

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

ISSN 2308–4758



Выпуск № 1, 2022 г.

Выходит 4 раза в год

	«Наука. Инновации. Технологии» Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета
Учредитель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
Главный редактор:	д.г.н., проф. Белозеров В.С.
Заместитель главного редактора:	д.г.н., проф. Щитова Н.А.
Международный редакционный совет:	Абшаев М.Т., д-р физ.-мат. наук, профессор (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик); Воробьева О.Д., д-р экон. наук, профессор (Московский государственный университет, г. Москва); Лиховид А.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Герасименко Т.И., д-р геогр. наук, профессор (Оренбургский гос. университет, г. Оренбург); Диневич Л.А., д-р физ.-мат. наук, профессор (Тель-Авивский университет, г. Тель-Авив); Жакин А.И., д-р физ.-мат. наук, профессор (Юго-Западный гос. университет, г. Курск); Зырянов А.И., д-р геогр. наук, профессор (Пермский государственный университет, г. Пермь); Ибрагимов А.И., д-р геогр. наук, профессор (Эгейский Университет, Турция, г. Измир), Хани А.А.К., канд. техн. наук, профессор (Иорданский университет науки и технологии, Ирбид); Коляда А.А., д-р физ.-мат. наук, доцент (Белорусский гос. университет, г. Минск); Молодикова И.Н., канд. геогр. наук (Центрально-Европейский университет, г. Вена); Нефедова Т.Г., д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); Панин А.Н., к. геогр. н., доц. (Московский государственный университет, г. Москва); Рязанцев С.В., член-корреспондент РАН, д. экон. наук, профессор (Институт социально-политических исследований РАН, г. Москва); Тикунов В.С., д-р геогр. наук, профессор (Московский государственный университет, г. Москва)
Редакционная коллегия:	Белозеров В.С., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Бекетов С.Б., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Гасумов Р.А., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Керимов А.Г., д-р техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Губарева Л.И., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Джандарова Т.И., д-р биол. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Диканский Ю.И., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Ерин К.В., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Закинян А.Р., д-р физ.-мат. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Закинян Р.Г., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Котти Б.К., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Лукьянов В.Т., д-р техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Лысенко А.В., д-р геогр. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Полян П.М., д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); Разумов В.В., д-р геогр. наук, профессор (главный научный сотрудник ОАО «Российские космические системы», г. Москва); Тимченко Л.Д., д-р ветеринар. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Толпаев В.А., д-р физ.-мат. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Федорова Н.Г., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Шальнев В.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Щитова Н.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Соловьев И.А. (к. геогр. н., доцент (СКФУ, г. Ставрополь), Мишвелов Е.Г., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь), Бадов А.Д., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь)
Ученый секретарь:	к. геогр. н., доц. Соловьев И.А.
Свидетельство о регистрации	ПИ № ФС77–52723 от 8.02.2013
Подписной индекс	Объединённый каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы: 94011
Журнал	включен в БД «Российский индекс научного цитирования», перечень ВАК. Журнал «Вестник Ставропольского государственного университета» перерегистрирован в журнал «Наука. Инновации. Технологии» в связи с переименованием учредителя
Адрес	355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
Телефон	(8652) 33–07–32
Сайт	www.ncfu.ru
E-mail:	nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308–4758

	«Science. Innovations. Technologies» North Caucasus Federal University
Founder	Federal State Autonomous Educational Institution for Higher Education "North-Caucasus Federal University"
Chief Editor:	Doctor of Geographical Sciences, prof. Belozеров V.S.
Deputy Chief Editor:	Doctor of Geographical Sciences, prof. Shchitova N.A.
International Editorial Board:	Abshaev M.T., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor (High Mountain Geophysical Institute, Nalchik); Vorobieva O.D., Doctor of Economics Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow); Likhovid A.A., Dr. of Geogr. Sciences, professor (NCFU, Stavropol); Gerasimenko T.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Orenburg State University, Orenburg); Dinevich L.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor (Tel Aviv University, Tel Aviv); Zhakin A.I., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor (South-West State University, Kursk); Zyryanov A.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Perm State University, Perm); Ibragimov A.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Aegean University, Turkey, Izmir); Hani A.A.K., Cand. of Tech. Sciences, Professor (Jordan University of Science and Technology, Irbid); Kolyada A.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (Belarusian State University, Minsk); Molodikova I.N., Cand. of Geogr. Sciences (Central European University, Vienna); Nefedova T.G., Dr. of Geogr. Sciences, led. scientific. RAS employee (IG RAS, Moscow); Panin A.N., Ph.D. of Geographical Sciences, Associate Professor (Moscow State University, Moscow); Ryazantsev S.V., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics Sciences, Professor (Institute of Social and Political Research RAS, Moscow); Tikunov V.S., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow)
Editorial team:	Belozеров V.S., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Beketov S.B., Dr. of techn. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Gasumov R.A., Dr. of techn. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Kerimov A.G., Dr. of Techn. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Gubareva L.I., Dr. of Biol. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Dzhandarova T.I., Dr. of Biol. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Dikansky Yu.I., Dr. of Phys.-Math. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Erin K.V., Dr. of Phys.-Math. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Zakinyan A.R., Dr. of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Zakinyan R.G., Dr. of Phys.-Math. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Kotti B.K., Dr. of Biol. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Lukyanov V.T., Dr. of Techn. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Lysenko A.V., Dr. of Geogr. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Polyan P.M., Dr. of Geogr. Sciences, led. scientific. RAS employee (IG RAS, Moscow); Razumov V.V., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Chief Researcher of JSC Russian Space Systems, Moscow); Timchenko L.D., Dr. of Veterinary Medicine. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Tolpaev V.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Fedorova N.G., Dr. of Techn. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Shalnev V.A., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Shchitova N.A., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Soloviev I.A., Ph.D. of Geographical Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Mishvelov E.G., Doctor of Biological Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Badoy A.D., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol)
Scientific Secretary:	Ph. D. of Geographical Sciences, Associate Professor Soloviev I.A.
Certificate	ПИ № ФС77–52723 dated February 8th 2013
The Index	The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting» The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting» The journal «Bulletin of the Stavropol state University» renamed in the journal «Science. Innovations. Technologies» due to renaming of the founder
Address	355017, Stavropol, Pushkin street, 1
Phone	(8652) 33–07–32
Site	www.ncfu.ru
E-mail:	nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308–4758

СОДЕРЖАНИЕ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», № 1, 2022

25.00.17	РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
	А.В. Желудков, В.Ф. Мишагина Анализ бурения боковых горизон- тальных стволов по пласту ЮВ11 на примере одно- го из месторождений Западной Сибири	7
	Zheludkov A.V., Mishagina V.F. Analysis of Lateral Horizontal Drilling Over the History By Formation UV11 on the Example of One of the Western Siberia Fields	8
	ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГ- РАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ	
	Губанов Р.С., Лиховид А.А. Формирование прибрежного фау- нистического комплекса (tetrapoda) территории при эксплуатации комплекса ГТС БСК I и II очереди	21
	Gubanov R.S., Likhovid A.A. Formation of the Coastal Faunal Com- plex (Tetrapoda) of the Territory During the Operation of the GSC I and II Stage GTS Complex.	22

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИ-
ТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРА-
ФИЯ

Супрунчук И.П.

География спорта: теоретико-мето- дологические подходы к формированию научного направления	43
--	----

Suprunchuk I.P.

Geography of Sports: Theoretical and Methodological Approaches to the Formation of a Sci- entific Direction	44
---	----

25.00.29 ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Афанасьев И.С.,

Закинян Р.Г.

Колебания сухого воздуха в атмо- сфере	65
---	----

Afanasyev I.S.,

Zakinyan R.G.

Oscillations of dry Air in the Atmo- sphere	66
--	----

25.00.30 МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ,
АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Шилин А.Г.,

Хучунаев Б.М.

Возможности увеличения эффек- тивности пиротехнических генераторов льдообра- зующего аэрозоля	87
---	----

Shilin A., Khuchunaev B.

Possibilities of Increasing the Efficiency of Pyrotechnical Generators of Ice-Forming Aerosol	88
--	----

25.00.36

ГЕОЭКОЛОГИЯ

**Бондарь Е.В., Жиренко Г.Н.,
Мовсесова В.В., Менге А.А.М.****Устойчивое развитие республики Га-
бон: экономические и природоохранные аспекты 111****Bondar E.V., Zhirenko G.N.,
Movsesova V.V., Menge A.A.M.****Sustainable development of the Re-
public of Gabon: economic and environmental aspects 112**

ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ ГЕОГРАФОВ

**Соловьев И.А., Чихичин В.В.,
Овсянников Е.И., Зольникова Ю.Ф.****Архангельская городская агломера-
ция: мини-портреты населенных пунктов (на мате-
риалах путевых наблюдений) 127****Soloviev I.A., Chikhichin V.V.,
Ovsyannikov E.I., Zolnikova J.F.****Arkhangelsk Urban Agglomeration:
Mini-Portraits of Settlements (By the Materials of Travel
Observations) 128**

25.00.17
УДК 622.276.1/.8(571.1)

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.В. Желудков,
В.Ф. Мишагина

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть»
в г. Тюмени

АНАЛИЗ БУРЕНИЯ БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТЕЛОВ ПО ПЛАСТУ ЮВ₁ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.1.1

Введение.

Одним из направлений повышения нефтеотдачи пластов на поздних стадиях разработки является бурение боковых стволов с горизонтальными участками. В статье проанализирована эффективность бурения боковых горизонтальных стволов, которая зависит от направления бурения горизонтальных участков стволов в низкопроницаемом коллекторе.

Материалы и методы
исследований.

Эффективность полученных результатов при бурении боковых горизонтальных стволов зависит не только от выбора точки на карте нефтеносного пласта, но и от его направления относительно латерали геологического профиля. В статье представлен анализ полученных результатов пробуренных горизонтальных боковых стволов в зависимости от их направления относительно направления регионального стресса.

Результаты исследований
и их обсуждение.

Авторами проанализирована динамика изменение коэффициента продуктивности боковых горизонтальных стволов с момента их запуска, позволяющая определить зависимость эффективности их работы в зависимости от направления горизонтального участка ствола относительно линии регионального стресса.

Выводы.

Анализ показал, что на данном месторождении при бурении горизонтального участка скважин вдоль линии регионального стресса, эффективность ниже, чем при поперечном направлении.

Ключевые слова:

Региональный стресс, бурение БГС, направление ствола скважины, продуктивность, дебит скважин, обводненность.

Zheludkov A.V.,
Mishagina V.F.

Branch of OOO «LUKOIL-Engineering KogalymNIPIneft»
in Tyumen

Analysis of Lateral Horizontal Drilling Over the History By Formation UV_1 on the Example of One of the Western Siberia Fields

- Introduction.** One of the areas of enhanced oil recovery at late stages of development is sidetracking with horizontal sections. The article analyzes the efficiency of horizontal sidetrack drilling, which depends on the direction of drilling the horizontal sections of the wellbores in a low-permeability reservoir.
- Materials and research methods.** The article presents an analysis of the obtained results of drilled horizontal sidetracks depending on their direction relative to the direction of regional stress.
- Research results and their discussion.** The authors analyzed the dynamics of the change in the productivity coefficient of horizontal sidetracks from the moment of their launch, which allows to determine the dependence of their performance depending on the direction of the horizontal section of the wellbore relative to the regional stress line.
- Conclusions.** The analysis showed that in this field, when drilling a horizontal section of wells along the line of regional stress, the efficiency is lower than in the transverse direction.
- Key words:** Regional stress, horizontal sidetracking, wellbore direction, productivity, well production, water cut.

Введение

При проектировании разработки месторождений независимо от применяемых методов повышения нефтеотдачи необходимо обеспечить запланированный уровень добычи нефти, наибольший коэффициента извлечения нефти при максимальной прибыли с одновременным выполнением экологических требований и охраны недр. С учетом перечисленных требований становится вполне понятным, насколько важным является правильное размещение любых скважин на месторождении и особенно горизонтальных, преследующих цель наибольшего доизвлечения нефти на уже разрабатываемом месторождении.

В настоящее время процесс нефтедобычи усложняется, значительные остаточные запасы приурочены к низкопористым пластам с проницаемостью менее 20 мД, разработка которых осуществляется с применением

гидроразрыва пласта (ГРП). Данные коллектора, как правило, характеризуются «региональным стрессом», проявляющемся в преимущественном развитии трещин ГРП в определенном направлении и влияющим на эффективность извлечения запасов. Например, для Юрских низкопроницаемых отложений в Западной Сибири он составляет около 140° (320°) по азимуту (рис. 2, а) [2].

На многих месторождениях низкопродуктивные неразрабатываемые пласты расположены под уже разбуренными, выработанными высокопродуктивными отложениями, часть фонда скважин на которых уже выполнила свое проектное назначение и может быть использована на других объектах. В связи с чем, разработку данных запасов возможно осуществлять с применением боковых стволов с горизонтальным участком с ГРП (БГС).

Материалы и методы исследований

Важным условием эффективного запуска и успешной в последующем работы бокового ствола является пространственное направление горизонтального участка ствола. При неправильном выборе размещения и направлении горизонтального участка его ствола все последующие безукоризненно выполненные технологические работы не дадут желаемого эффекта. Поэтому основным критерием размещения горизонтальных стволов скважин является предварительное тщательное изучение геологических условий залегания продуктивного пласта, нефтенасыщенности и степени выработанности запасов [8]. При этом обязательно должна учитываться работа всей пластовой системы месторождения [9]. Анализируя состояние разработки месторождений, находящихся продолжительное время в эксплуатации, не трудно убедиться, что в результате неравномерного фронта вытеснения нефти по различным причинам в продуктивном пласте остаются практически не тронутые разработкой целики нефти. На выявление этих зон и должны быть направлены в первую очередь предварительные исследования геологов [8]. Конечно же, целесообразность бурения горизонтальных боковых стволов не определяется лишь этим изучением. Во внимание принимается целый ряд других обстоятельств, в том числе наличие слабоработавших подошвенных вод, близость ВНК, нали-

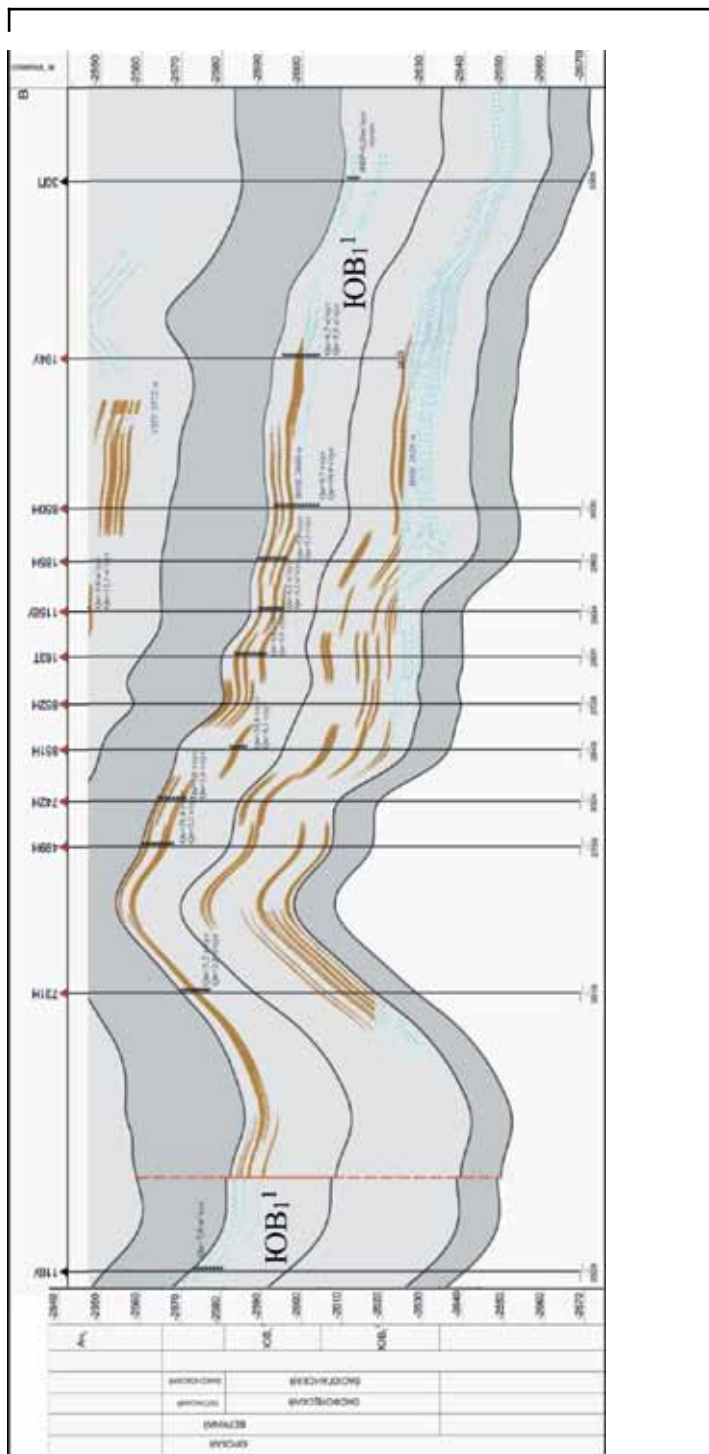


Рисунок 1.

Геологический профиль пласта ЮВ₁ месторождения.

Figure 1. Geological profile of the YuV₁¹ reservoir of the field.

чие верхних вод и газовых шапок, коллекторские свойства продуктивного пласта, градиента давления внутри залежи, текущая обводненность продукции близлежащих скважин, проницаемость и трещиноватость разобщающих пропластков [4]. Особое значение при этом уделяется анизотропии пласта по проницаемости, т. е. отношение вертикальной проницаемости к горизонтальной проницаемости. Рассмотрим опыт применения БГС на пласт ЮВ₁ с расположением горизонтального ствола скважины вдоль или поперёк регионального стресса.

В составе горизонта ЮВ продуктивными являются пласты ЮВ₁¹ и ЮВ₁². Нефтеносность пласта ЮВ₁¹ была установлена в 2001 году, по результатам бурения. Стоит отметить, что пласт ЮВ₁¹ расчленен, эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 1,3 до 6,4 м. Коэффициент проницаемости изменяется в диапазоне от 2,4 до 16,5 мД, в среднем 16,3 мД. Геологический профиль вдоль простирания представлен на рисунке 1.

Результаты исследований и их обсуждение

В соответствии с проектными решениями, разработка объекта реализуется с применением бурения вторых стволов. До 2018 года пробурено 7 скважин согласно проектной сетки с направлением горизонтального ствола длиной 200 м с северо-запада на юго-восток (рис. 2, б) (группа 1), направление горизонтальных участков было основано на положительном опыте соседних месторождений. Как показали фактические данные по реализованным БГС (табл. 1, рис. 3), за два года эксплуатации снижение дебита нефти составило 60 %, что обусловлено снижением дебита жидкости на 48 %, обводненность в течение первого года существенно не изменилась и осталась на уровне входных показателей.

Для повышения эффективности разработки в качестве пробных работ с 2019 года были пробурены боковые стволы с разворотом траектории горизонтального участка на 90° (относительно ранее введенных) для исключения возможного распространения трещины ГРП вдоль ствола скважины (по линии регионального стресса) (рис. 2).

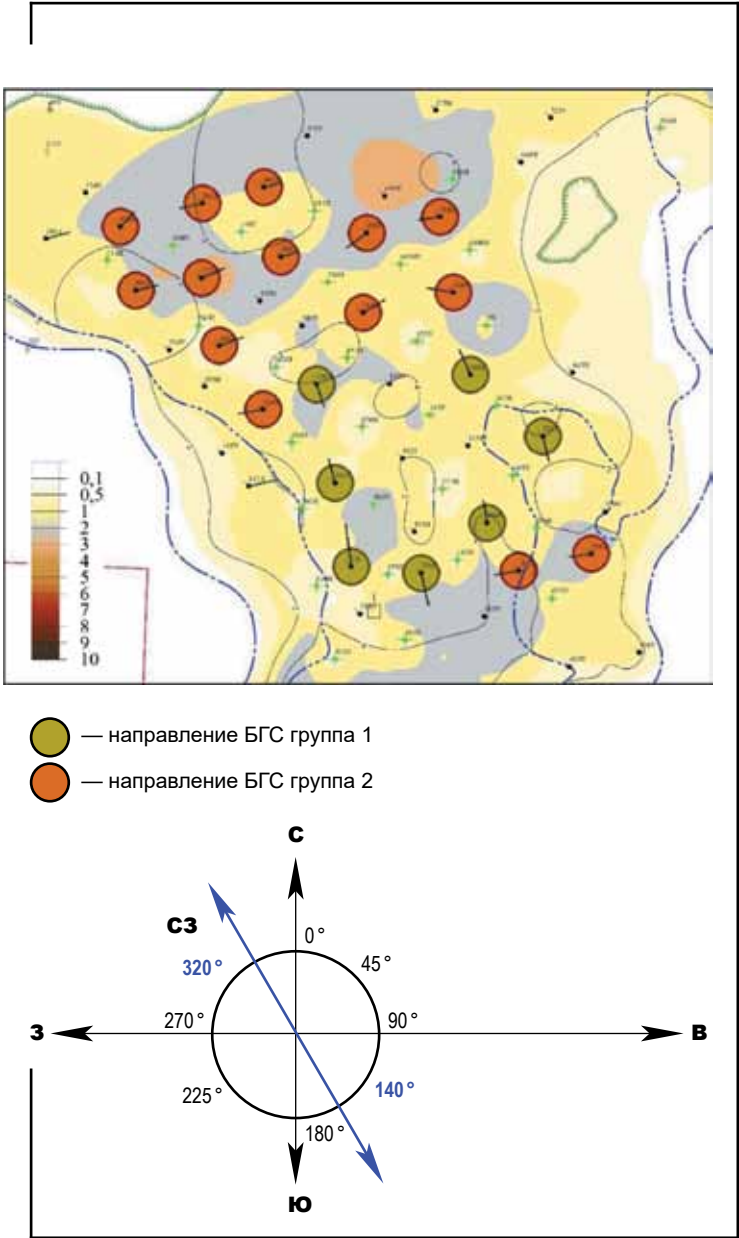


Рисунок 2.

а) Направление линии геологического стресса Юрских отложений Западной Сибири;
б) Схема расположения реализованных боковых стволов пласта ЮВ₁¹ месторождения.
Figure 2. a) The direction of the geological stress line of the Jurassic deposits of Western Siberia;
b) Layout of the realized sidetracks of the YuV11 formation place of field.

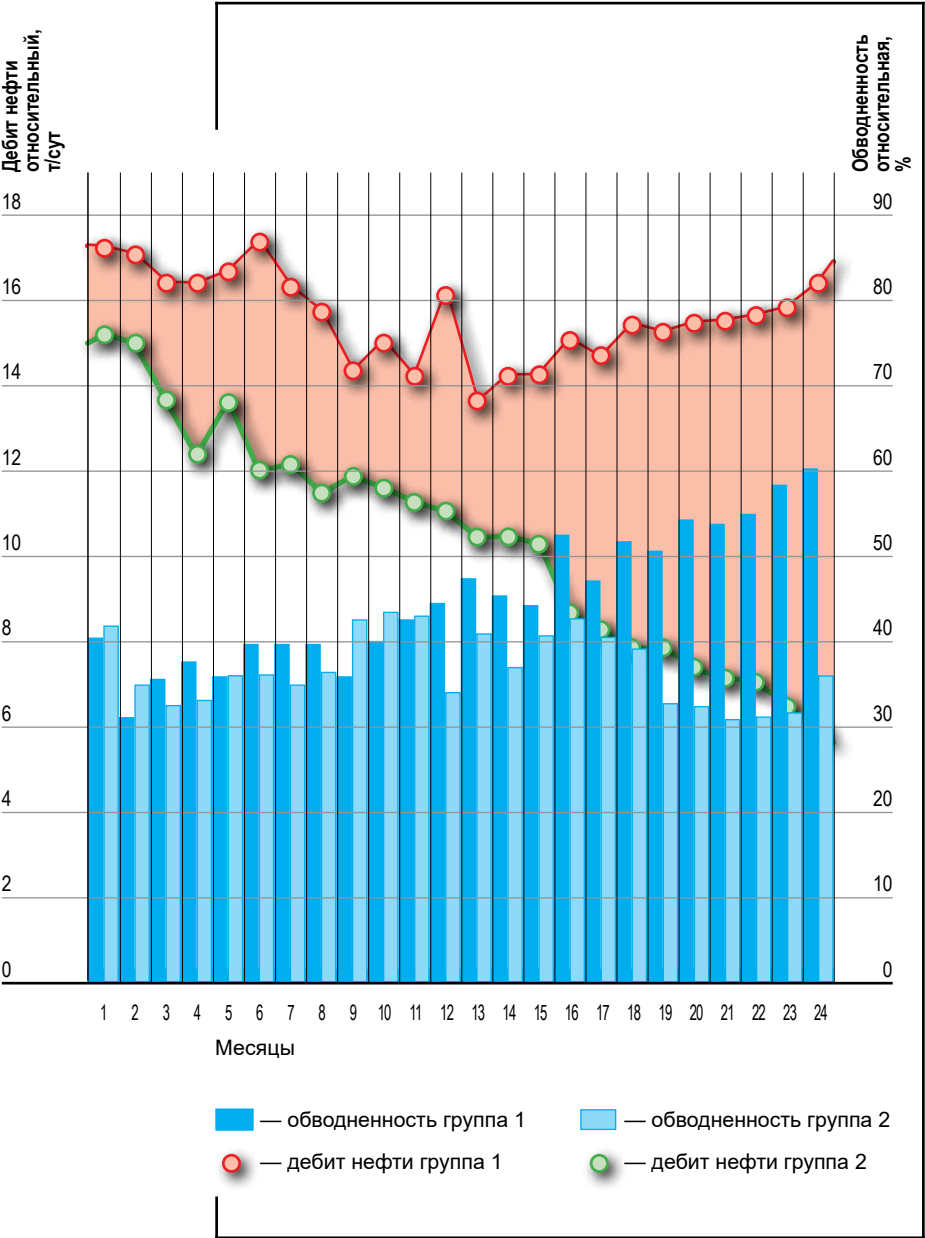


Рисунок 3. Динамика основных показателей разработки БГС, сведенные на одну дату ввода скважин в эксплуатацию, объект ЮВ₁¹.

Figure 3. Dynamics of the main indicators of biogas development, summarized on the same date of wells commissioning, object UV₁¹.

Таблица 1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ ПО ВВЕДЕННЫМ БОКОВЫМ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ СТВОЛАМ, ОБЪЕКТ ЮВ₁
Table 1. The main technological development indicators for the introduced horizontal sidetracks, object UV₁

№ скв.	Со СТ. СКВ. по фонду'	группа азимутального направления	Входные показатели		Текущие показатели		Накопл. добыча нефти, тыс. т	Год ввода
			дебит нефти относительный, т/сут	обводненность относительная, %	дебит нефти относительный, т/сут	обводненность относительная, %		
1	действ.	1	15,2	41,3	7,4	27,1	11,3	2017
2	действ.	1	30	26,6	8,6	20,6	11,4	2017
3	действ.	1	17,3	22 9	3,5	58,3	9,1	2017
4	действ.	1	26,1	41,6	19,6	29 2	22,6	2017
5	действ.	1	9,7	11,9	4,4	58,8	3,2	2018
6	действ.	1	10,3	72,1	4,7	30,8	2,7	2018
7	действ.	1	38,3	15,2	1,9	96,8	7,2	2017
Итого по группе		7	15,2	40,2	7,2	45,9	67,5	—
8	действ.	2	19,7	39,3	23,2	22,7	10,8	2019
9	действ.	2	27,3	34,1	17,3	56,8	19,6	2018
10	действ.	2	17,5	42,6	5,1	45,2	3,6	2019
11	действ.	2	12,4	53,4	8,8	45,9	4,2	2019
12	действ.	2	17,7	43,9	22,7	13,9	6,8	2019
13	действ.	2	24,4	35,6	32	21,1	5,2	2020
14	действ.	2	10,9	63,9	7,6	74,9	3,1	2019
15	действ.	2	12	44,3	19	37,6	1,5	2020
16	действ.	2	14,2	57,5	8Д	49,1	0,7	2020
17	действ.	2	13,1	70,6	16,8	30,3	4,1	2019
18	действ.	2	10,7	58,6	20,5	26,1	4,5	2019
19	действ.	2	20,4	37,6	22,5	28,8	6,7	2019
20	действ.	2	24,4	40,5	8	45,7	4,6	2018
21	действ.	2	20,8	49,4	21,8	31,8	1,8	2020
Итого по группе		14	17,2	41,4	16,7	37,9	77,1	—
Итого 21		21	18,7*	40,8*	13,5*	40,5*	144,6*	—

* Данные приведены для примера и не являются отражением показателей разработки.

По результатам эксплуатации второй группы БГС, отмечен более продолжительный эффект (рис. 3). Входной дебит нефти скважин 2 группы составил 17 т/сут, что на 13 % выше, чем по скважинам 1 группы. За два года эксплуатации снижение дебита нефти составило менее 5 %, снижение дебита жидкости – 25 %, обводненность в течение первого года также на уровне входных показателей.

Результаты фактической эксплуатации БГС, пробуренных вдоль и поперек регионального стресса подтверждают влияние геологической напряженности на распространение трещин при бурении и проведение ГРП. При проведении ГРП с большей вероятностью образуются продольные, относительно ствола скважины, трещины, а при расположении горизонтального участка ствола перпендикулярно линии регионального стресса – поперечные.

Анализ динамики коэффициента продуктивности по двум группам скважин наглядно (рис. 4) показывает различную эффективность работы БГС в зависимости от направления горизонтального участка ствола.

Выводы

Результаты анализа фактических данных показали, что добычные возможности, а в результате и накопленная добыча нефти БГС пласта ЮВ1 месторождения будет выше при поперечном расположении горизонтального участка ствола относительно направления регионального стресса, что обусловлено более высокими стартовыми показателями, снижением обводненности в процессе эксплуатации (рис. 5). Результаты работ нашли свое отражение при выполнении нового проектно-технологического документа в 2021 году. Апробация и полученный опыт позволит корректно оценить и активно продолжить внедрение на других месторождениях в аналогичных низкопроницаемых коллекторах.

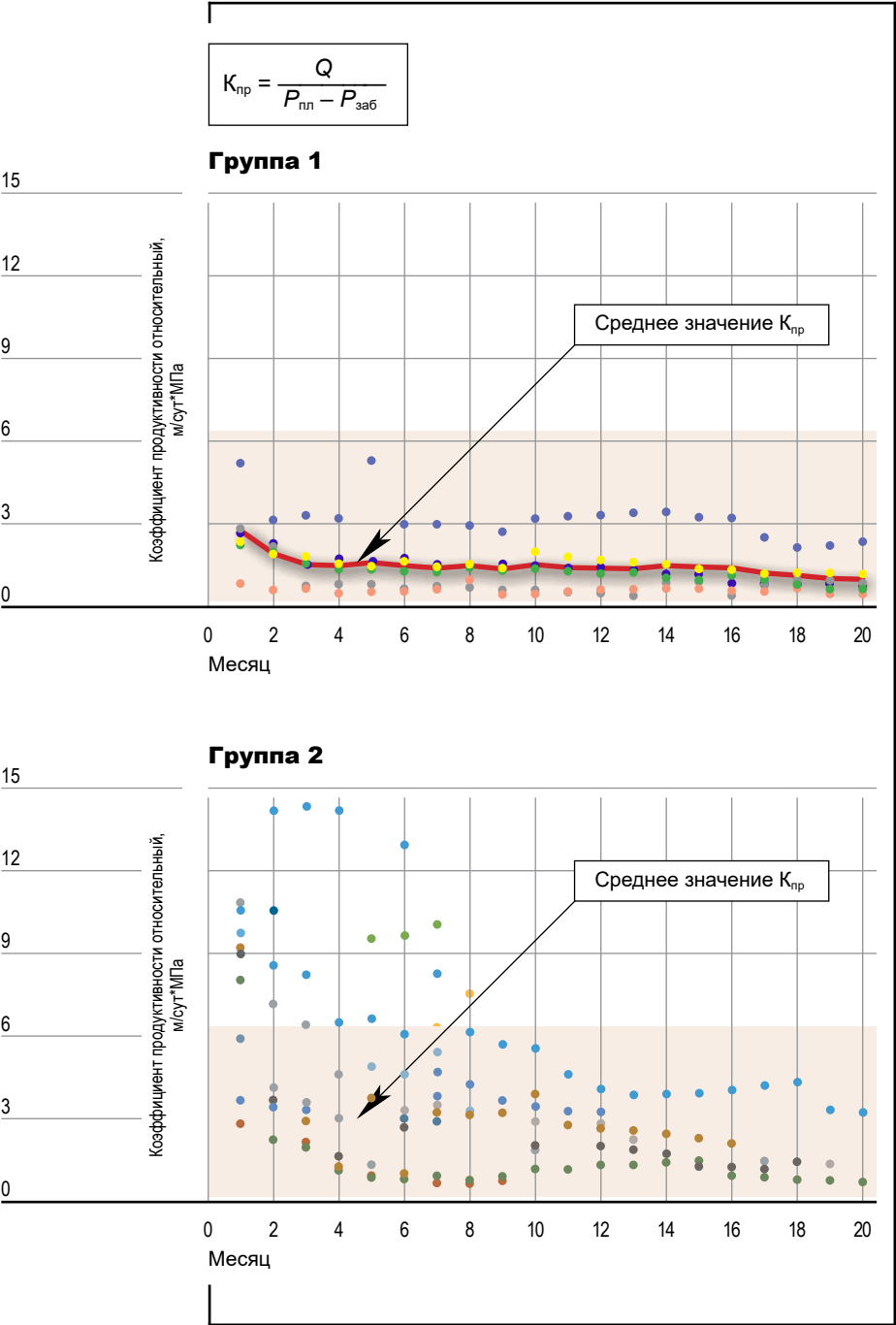


Рисунок 4. Динамика коэффициента продуктивности БГС, сведенного на одну дату ввода скважин в эксплуатацию, объект ЮВ1.
Figure 4. Dynamics of the productivity index of the BGS, brought together on the same date of wells commissioning, object UV1.

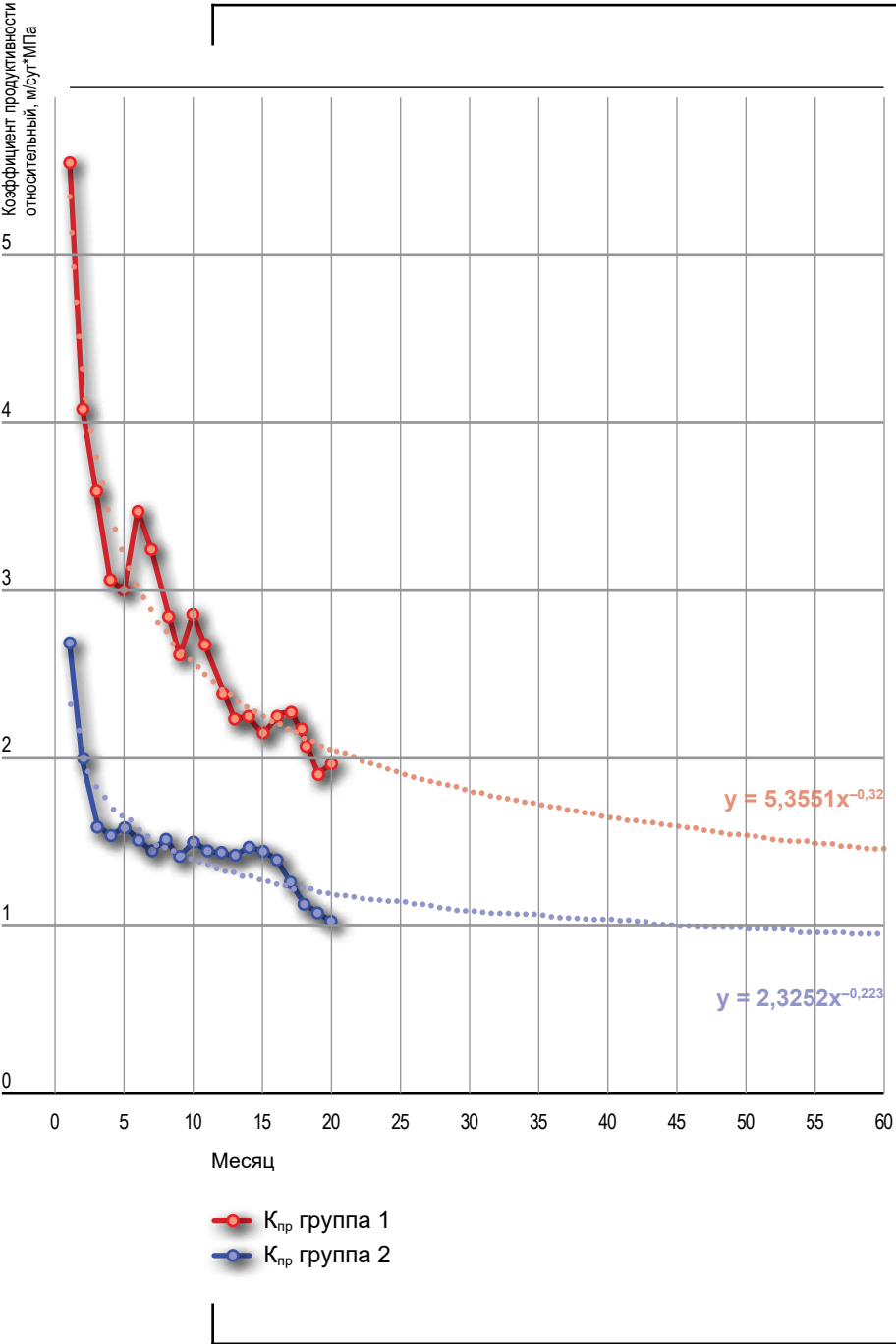


Рисунок 5. Прогноз коэффициента продуктивности по БГС, объект ЮВ1.
Figure 5. Forecast of productivity index for BGS, object UV1.

Библиографический список

1. Гилязов Р.М. Бурение нефтяных скважин с боковыми стволами. Москва: Недра-Бизнесцентр, 2002. 255 с.
2. Зятиков П.Н., Синебрюхов К.В., Березовский Ю.С., Трушко А.С. Влияние направлений трещин многостадийного гидравлического разрыва пласта на коэффициент извлечения нефти // Вестник томского государственного университета №58, 2019, 15 с.
3. Яртиева А.Ф., Хакимзянов И.Н., Петров В.Н., Идиятуллина З.С. Совершенствование технологий по выработке запасов нефти из неоднородных и сложнопостроенных коллекторов Республики Татарстан: монография. Казань: ИХЛАС, 2016. 189 с.
4. Лысенко В.Д., Грайфер В.И. Рациональная разработка нефтяных месторождений. Москва: Недра-Бизнесцентр, 2005. 607 с.
5. Черевко М.А. Оптимизация системы горизонтальных скважин и трещин при разработке ультранизкопроницаемых коллекторов: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.17. Тюмень, 2015. 224 с.
6. Бадретдинов И.А., Карпов В.Г. Классификация методов увеличения нефтеотдачи (экономический подход). Москва: Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9. №1.
7. Шенбергер В.М. Техника и технология строительства боковых стволов в нефтяных и газовых скважинах: уч. пособие. Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. 496 с.
8. Нескормных В.В. Направленное бурение и основы кернотометрии. Иркутск: изд. ИрГТУ, 2010. 328 с.
9. Дэйк Л.П. Практика разработки месторождений (Исправленное издание). Развитие нефтегазовой науки 36. Оксфорд, Англия: Эльзевир, 1994. С. 445–450.
10. Девольд Х. Справочник по добыче нефти и газа. Введение в добычу нефти и газа. АББ АТПА Нефть и газ. Осло, 2006. 82 с.
11. Грачев С.И., Рогозина Т.В., Колев Ж.М., Мамчистова Е.И. Приток к нефтяной скважине со сложной траекторией ствола в продуктивном пласте // Наука. Инновации. Технологии. 2021. №2. С. 39.

References

1. Gilyazov R.M. Drilling oil wells with sidetracks. M.: LLC "Nedra-Business Center", 2002. 255 p.
2. Zyatikov PN, Sinebryukhov KV, Berezovsky Yu.S., Trushko AS. Influence of the directions of fractures of multistage hydraulic fracturing on the oil recovery factor // Bulletin of Tomsk State University No. 58. 2019. 15 p.
3. Yartiev A.F., Khakimzyanov I.N., Petrov V.N., Ildiyatullina Z.S. Improvement of technologies for the development of oil reserves from heterogeneous and complex reservoirs of the Republic of Tatarstan: monograph. Kazan: Ikhlas, 2016. 189 p.
4. Lysenko V.D., Graifer V.I. Rational development of oil fields. M.: LLC "Nedra-Business Center", 2005. 607 p.
5. Cherevko MA Optimization of the system of horizontal wells and cracks in the development of ultra-low-permeable reservoirs: dis.kand.tekhn. Sciences: 25.00.17. Tyumen, 2015. 224 p.
6. Badretdinov I.A., Karpov V.G. Classification of enhanced oil recovery methods (economic approach). Moscow, Oil and Gas Geology. Theory and practice. 2014. T. 9. No. 1.
7. Schoenberger VM Technique and technology of construction of sidetracks in oil and gas wells: Textbook. Tyumen: TyumGNGU, 2007. 496 p.
8. Neskromnykh VV Directional drilling and fundamentals of kernometry. Irkutsk: ed. ISTU, 2010. 328 p.
9. Dake LP: The Practice of Reservoir Engineering (Revised edition). Developments of Petroleum Science 36. Oxford, England: Elsevier, 1994: 445-450 p.
10. Devold H. Oil and gas production handbook. An introduction to oil and gas production. ABB ATPA Oil and Gas. Oslo, 2006. 82 p.
11. Grachev S.I., Rogozina T.V., Kolev Zh.M., Mamchistova E.I. Inflow to an oil well with a complex wellbore trajectory in a productive formation // Science. Innovation. Technologies. 2021. No. 2. 39 p.

**Поступило в редакцию 27.01.2022,
принята к публикации 22.02.2022.**

Сведения об авторах

Желудков Антон Викторович
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИ-нефть» в г. Тюмени. Начальник отдела.
625026, г. Тюмень, ул. Республики, д. 143А.
Тел.: (3452) 54-52-68.
E-mail: ZheludkovAV@tmn.lukoil.com

Мишагина Виктория Федоровна
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИ-нефть» в г. Тюмени. Ведущий специалист.
625026, г. Тюмень, ул. Республики, д. 143А.
Тел.: (3452) 54-53-29.
E-mail: MishaginaVF@tmn.lukoil.com

About the authors

Zheludkov Anton Viktorovich
Branch of ООО LUKOIL-Engineering KogalymNIPIneft in Tyumen. Head of department.
Russia, 625026, Tyumen, st. Republic, 143A.
Tel.: (3452) 54-52-68.
E-mail: ZheludkovAV@tmn.lukoil.com

Mishagina Victoria Fedorovna
Branch of ООО LUKOIL-Engineering KogalymNIPIneft in Tyumen. Leading specialist.
Russia, 625026, Tyumen, st. Republic, d. 143A.
Tel.: (3452) 54-53-29.
E-mail: MishaginaVF@tmn.lukoil.com

25.00.23
УДК 574.9

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ,
ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

**Губанов Р.С.,
Лиховид А.А.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИБРЕЖНОГО ФАУНИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (TETRAPODA) ТЕРРИТОРИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСА ГТС БСК I И II ОЧЕРЕДИ

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.1.2

Введение.

Строительство Кубань-Калаусской обводнительно-оросительной системы, названной позднее Большой Ставропольский канал, было направлено на завершение обводнения засушливого Центрального Предкавказья. Канал начинается у города Усть-Джегута и заканчивается на реке Восточный Маныч. На протяжении 480 км, в течение 40 лет произошло изменение природных условий и фаунистического комплекса территории.

**Материалы и методы
исследования.**

Для оценки состояния фаунистического комплекса были использованы материалы, содержащиеся в ряде работ, посвященных фаунистическому комплексу территории Прикалаусских высот. Помимо литературных данных, использованы материалы, собранные в 2015-2020 гг. Учет животного населения производился по методикам, обобщенным в «Полевых исследованиях по экологии наземных позвоночных» Г.А. Новикова. Учет амфибий проводился методом визуального обследования территории. Видовая принадлежность устанавливалась дистанционно. Выявление видового состава рептилий и изучение состояния их популяций проводилось при обследовании наземных биотопов. Выявление видового состава птиц и изучение состояния их популяций проводилось методами маршрутных учетов. Общая протяженность пеших маршрутов составила около 30 км. Названия видов птиц приведены в соответствии со сводкой Л.С. Степаняна. Учет грызунов проводился ловушко-линиями. Учет насекомых проводился методом ловчих канавок. Оценка состояния крупных млекопитающих проводи-

лась по литературным данным, а также визуальным наблюдениям. Всего было проведено 8 маршрутов по изучению фауны птиц, млекопитающих, амфибий и рептилий. Общая протяженность маршрутов составила 75 км. Сообщество наземных позвоночных представлено 3 видами амфибий, 5 видами рептилий, 23 видами птиц, 4 видами млекопитающих.

Результаты и их обсуждения.

До момента строительства гидротехнических сооружений на территории Прикалаусских высот фаунистические комплексы были приурочены к зональным ландшафтам степей и агроландшафтов, а также лесных и водно-болотных комплексов. С момента строительства канала, на значительных участках произошла трансформация фаунистического комплекса, получили распространения животные интрозонального водно-болотного комплекса.

Выводы.

Прокладка канала привела к трансформации фаунистического комплекса на общей площади 800 га, выраженной в увеличении животного населения водно-болотного фаунистического комплекса, также на данной территории наблюдается смешение типичных интрозональных видов животных с экологически пластичными видами зональных лесного и степного комплексов, а также стенобионтных видов.

Ключевые слова: животное население, гидрологический режим, местообитание, экосистема.

Gubanov R.S.,
Likhovid A.A.

North Caucasus Federal University Stavropol,
Russia

Formation of the Coastal Faunal Complex (Tetrapoda) of the Territory During the Operation of the GSC I and II Stage GTS Complex

Introduction.

The construction of the Kuban-Kalaus irrigation system, later called the Great Stavropol Canal, was aimed at completing the watering of the arid Central Caucasus. The canal begins at Ust-Dzhegut and ends at the Vostochny Manych River. Over the course of 480 km, over the course of 40 years, there has been a change in the natural conditions and the faunal complex of the territory.

Materials and methods

of research.

To assess the state of the faunal complex, the materials contained in a number of works devoted to the faunal complex of the territory of the Prikalaus Heights were used. In addition to the literature data, the materials collected in 2015-2020 were used. The accounting of the animal population was carried out according to the methods generalized in the "Field studies on the ecology of terrestrial vertebrates" by G.A. Novikov. Amphibians were accounted for by visual inspection of the territory. The species identity was established remotely. The identification of the species composition of reptiles and the study of the state of their populations was carried out during the survey of terrestrial biotopes. Identification of the species composition of birds and the study of the state of their populations was carried out by route accounting methods. The total length of the hiking routes was about 30 km. The names of bird species are given in accordance with the summary of L.S. Stepanyan. Rodent accounting was carried out by trap lines. The accounting of insectivores was carried out by the method of hunting grooves. The assessment of the condition of large mammals was carried out according to literature data, as well as visual observations. In total, 8 routes were conducted to study the fauna of birds, mammals, amphibians and reptiles. The total length of the routes was 75 km. The terrestrial vertebrate community is represented by 3 amphibian species, 5 reptile species, 23 bird species, and 4 mammal species.

Results and their discussion.

Before the construction of hydraulic structures on the territory of the Prikalaus heights, faunal complexes were confined to the zonal landscapes of steppes and agricultural landscapes, as well as forest and wetland complexes. Since the construction of the canal, the faunal complex has been transformed in significant areas, animals of the introsonal wetland complex have become widespread.

Conclusions:

The laying of the canal led to the transformation of the faunal complex on a total area of 800 hectares, expressed in an increase in the animal population of the wetland faunal complex, also in this territory there is a mixture of typical introsonal animal species with ecologically plastic species of zonal forest and steppe complexes, as well as stenobiont species.

Key words:

animal population, hydrological regime, habitat, ecosystem

Введение

Строительство Кубань-Калаусской обводнительно-оросительной системы, названной позднее Большой Ставропольский канал, было направлено на завершение обводнения засушливого Центрального Предкавказья. Канал начинается у города Усть-Джегута и заканчивается на реке Восточный Маныч. На протяжении 480 км, в течение 40 лет произошло изменение природных условий и фаунистического комплекса территории.

Общая протяженность Большого Ставропольского канала составляет 480 км. Водозабор из реки Кубань составляет от 1,3 до 1,6 миллиарда м³ в год. Строительство Большого Ставропольского канала было положено в 1957 году, принято разделять участки Большого канала по этапам строительства и эксплуатации на: I очередь, II очередь, III очередь и IV очередь. В данном исследовании ключевой участок исследования расположен на территории II и III очередях канала (рис. 1), строительство которых происходило в 1969–1979 гг. II и III очереди БСК расположены в лесостепной зоне, в наиболее возвышенной части Ставропольской возвышенности – Прикалаусских высотах [4, 27].

Материалы и методы исследования

Территория Прикалаусских высот достаточно хорошо изучена. В ходе исследования использовались материалы, содержащиеся в ряде работ, посвященных изучению животного населения, с отображением данных о площадях среды обитания, численности видов, распределении по территории: Л.Г. Морозова-Турова (1953), С.М. Федоров (1954), Н.К. Верещагин (1959), В.Г. Гептнер и др. (1967), З.В. Прокофьева (1969), Б.А. Казаков и Н.Н. Ярмыш (1974), А.К. Темботов (1972, 1982), А.И. Лиховид (1977, 1978, 1988 и др.), З.С. Сорокина (1985), Т.А. Гаранжа и др. (1988), А.Н. Хохлов (1993), М.Ф. Тертышников и др. (1995), А.А. Лиховид (2001), К.В. Харин (2014).

В 2015–2020 гг. были проведены полевые исследования на территории ключевого участка, общая площадь которого составляет порядка 163 тысяч га. Учет животного населения производился по методикам, обобщенным в «Полевых исследованиях по экологии наземных позвоночных» Г.А. Новикова [5].

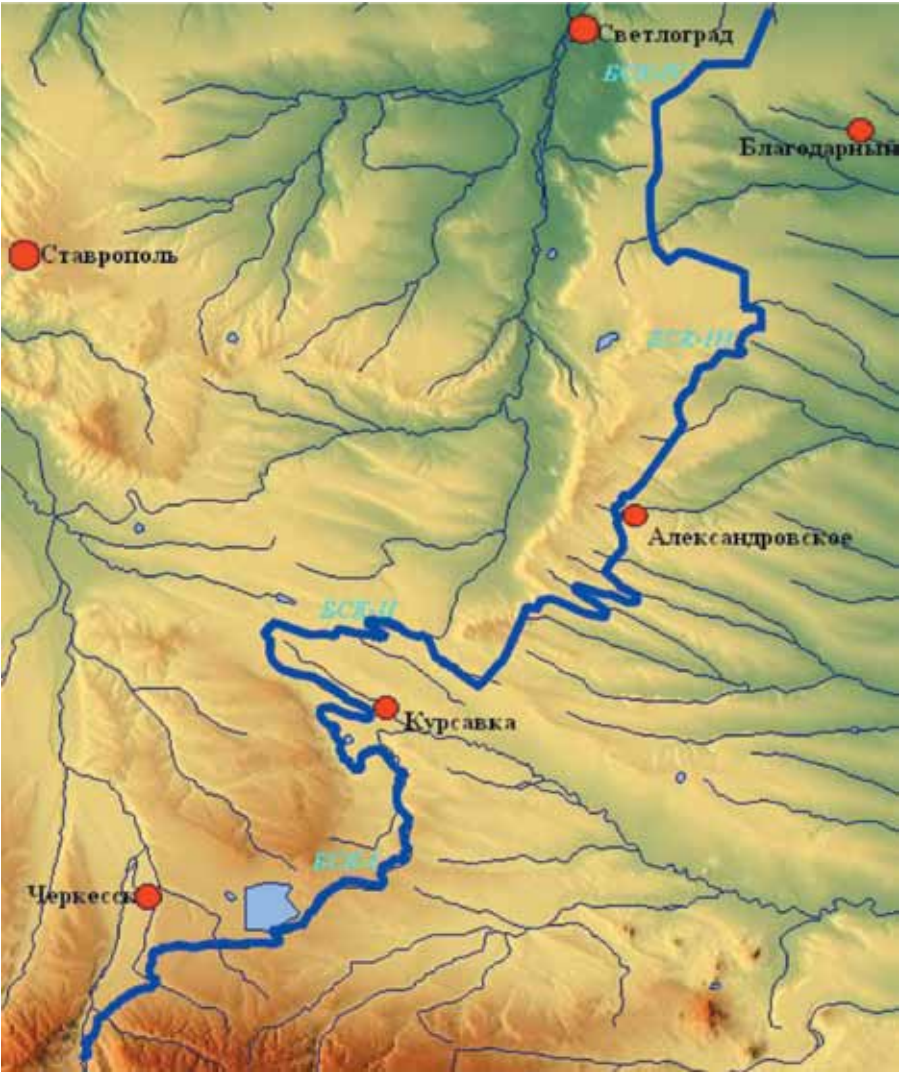


Рис. 1. **Большой Ставропольский канал.**
Fig. 1 The Great Stavropol Canal.

Учет амфибий проводился методом визуального обследования территории (по берегам рек, прудов, в отрицательных формах микрорельефа и т.п.). Видовая принадлежность устанавливалась дистанционно.

Наряду с изучением видового состава и численности отдельных видов амфибий проводились исследования по выявлению спектра их местообитаний.

Выявление видового состава рептилий и изучение состояния их популяций проводилось при обследовании наземных биотопов. Рептилии учитывались на маршрутных учетах при визуальном обследовании территории (по берегам рек, прудов, на склонах различной экспозиции, в определенных биотопах и т.п.)

Видовая принадлежность змей устанавливалась дистанционно.

Наряду с изучением видового состава и численности отдельных видов рептилий проводились исследования по выявлению спектра их местообитаний.

Выявление видового состава птиц и изучение состояния их популяций проводилось методами маршрутных учетов [8].

Общая протяженность пеших маршрутов составила около 30 км. Для некоторых видов рассчитывались показатели численности и плотности в различных биотопах. Кроме того, для оценки численности крупных видов птиц, в том числе для дневных хищных и водоплавающих применялись учеты из автомобиля. Названия видов птиц приведены в соответствии со сводкой Л.С. Степаняна [13].

Учет грызунов проводился ловушко-линиями. Учет насекомых проводился методом ловчих канавок.

Оценка состояния крупных млекопитающих проводилась по литературным данным, а так же визуальным наблюдениям.

Всего было проведено 8 маршрутов по изучению фаунистического комплекса территории. Общая протяженность маршрутов составила 75 км.

Анализ фондовых материалов, в том числе карт и продуктов дистанционного зондирования, позволил выявить конкретные территории, имеющие особое значение для животного населения территории, включая особо охраняемые природные территории.

В ландшафтном отношении территория II и III очереди БСК относятся к провинциям байрачных лесостепей (Прикалаусско-Буйволинский ландшафты), лесостепных ландшафтов (Прикалаусско-Саблинский). Сообщество наземных позвоночных долины Большого Ставропольского канала представлено 3 видами земноводных, 5 видами пресмыкающихся, 23 видами птиц, 4 видами млекопитающих [26, 27].

Цель данного исследования заключается в анализе изучении влияния эксплуатации Большого Ставропольского канала на фаунистические комплексы исследуемой территории.

Результаты исследования

Строительством II и III очередей БСК происходили в период 1970-х гг. К этому времени были уже накоплены определенные эмпирические данные, однако наиболее активные зоогеографические исследования начинаются со второй половины 60-х – первой половины 70-х. гг. XX века. Опираясь на вышеуказанные данные, мы можем восстановить биотопы территории в период до строительства и во время возведения гидротехнических сооружений [4].

Основными элементами среды обитания животного населения на территории ключевого участка до строительства были представлены агроландшафтами, равнинными степными участками и лесами [27].

Животное население равнинных участков были представлены 1 видом земноводных жаба зеленая (*Bufo viridis*), 2 видами пресмыкающихся Ящерица полосатая (*Lacerta strigata*), уж обыкновенный (*Natrix natrix*), 12 видами птиц: лунь луговой (*Circus pygargus*), лунь полевой (*Circus cyaneus*), жаворонок полевой (*Alauda arvensis*), жаворонок степной (*Melanocorypha calandra*), жаворонок рогатый (*Eremophila alpestris*), просянка (*Emberiza calandra*), конек полевой (*Anthus campestris*), перепел обыкновенный (*Coturnix coturnix*), стрепет (*Tetrax tetrax*), серая куропатка (*Perdix perdix*), обыкновенный фазан (*Phasianus colchicus*), коростель (*Crex crex*), млекопитающие представлены белозубкой малой (*Crocidura suaveolens*), мышью полевой (*Apodemus agrarius*), хомячком серым (*Cricetulus*

migratorius), белозубкой белобрюхой (*Crocidura leucodon*), мышью домовою (*Mus musculus*), перевязкой (*Vormela peregusna*), обыкновенной лаской (*Mustela nivalis*), зайцем-русаком (*Lepus europaeus*), лисицей обыкновенной (*Vulpes vulpes*), волком (*Canis lupus*), енотовидной собакой (*Nyctereutes procyonoides*) [14-16].

Значительный по своей площади лесной биотоп до строительства канала занимал около 800 га и отличался своеобразным типом животного населения, в том числе и крайне редкими видами. Сообщество представлено 6 видами земноводных: тритон кавказский (*Lissotriton vulgaris*), жерлянка краснобрюхая (*Bombina bombina*), чесночница обыкновенная (*Pelobates fuscus*), жаба зеленая (*Bufotes viridis*), квакша обыкновенная (*Hyla arborea*), лягушка малоазиатская (*Rana macrocnemis*), 9 видам пресмыкающихся: веретеница ломкая (*Anguis fragilis*), ящурка разноцветная западная (*Eremias arguta*), ящурка быстрая кавказская (*Eremias velox*), ящерица Беме (*Lacerta agilis*), ящерица полосатая (*Lacerta strigata*), уж обыкновенный (*Natrix natrix*) полоз узорчатый (*Elaphe dione*), полоз четырехполосный (*Elaphe quatuorlineata*), медянка обыкновенная (*Coronella austriaca*) 41 видом птиц: коршун черный (*Milvus migrans*), тетеревиатник (*Accipiter gentilis*), перепелятник (*Accipiter nisus*), курганник (*Buteo rufinus*), орел-карлик (*Aquila pennata*), подорлик малый (*Clanga pomarina*), чеглок (*Falco subbuteo*), кобчик (*Falco vespertinus*), пустельга обыкновенная (*Falco tinnunculus*), филин (*Bubo bubo*), сплюшка (*Otus scops*), козодой обыкновенный (*Caprimulgus europaeus*), дятел пестрый (*Dendrocopos major*), жаворонок лесной (*Lullula arborea*), иволга обыкновенная (*Oriolus oriolus*), скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*), сойка (*Garrulus glandarius*), сорока (*Pica pica*), грач (*Corvus frugilegus*), ворона серая (*Corvus cornix*), завирушка лесная (*Prunella modularis*), славка ястребиная (*Sylvia nisoria*), славка черноголовая (*Sylvia atricapilla*), славка серая (*Sylvia communis*), славка-завирушка (*Sylvia curruca*), пеночка-теньковка (*Phylloscopus collybita*), пеночка-трешетка (*Phylloscopus sibilatrix*), мухоловка малая (*Ficedula parva*), горихвостка обыкновенная (*Phoenicurus phoenicurus*), дрозд каменный пестрый (*Monticola saxatilis*), зарянка (*Erithacus rubecula*), дрозд черный (*Turdus merula*), дрозд певчий (*Turdus philomelos*), лазоревка

обыкновенная (*Cyanistes caeruleus*), синица большая (*Parus major*), пищуха обыкновенная (*Certhia familiaris*), зяблик (*Fringilla coelebs*), зеленушка обыкновенная (*Chloris chloris*), чечевица обыкновенная (*Carpodacus erythrinus*), овсянка обыкновенная (*Emberiza citrinella*), овсянка садовая (*Emberiza hortulana*) и 22 видами млекопитающих: еж белогрудый (*Erinaceus concolor*), бурозубка кавказская (*Sorex caucasicus*), мышовка лесная (*Sicista betulina*), слепыш обыкновенный (*Spalax microphthalmus*), подковонос большой (*Rhinolophus ferrumequinum*), нетопырь-карлик (*Pipistrellus pipistrellus*), вечерница малая (*Nyctalus leisleri*), соня лесная (*Dryomys nitedula*), полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*), слепушонка обыкновенная (*Ellobius talpinus*), мышь лесная (*Apodemus uralensis*), мышь полевая (*Apodemus agrarius*), мышь домовая (*Mus musculus*), полевка кустарниковая (*Microtus majori*), куница (*Martes foina*) обыкновенная ласка (*Mustela nivalis*), заяц-русак (*Lepus europaeus*), лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes*), волк (*Canis lupus*), кабан (*Sus scrofa*), косуля (*Capreolus capreolus*) [17–24, 25].

Таким образом, до момента строительства гидротехнических сооружений на территории Прикалаусских высот существовали зональные ландшафты степей и агроландшафтов, а также лесные и водно-болотные комплексы.

По мере развития водотока начинаются процессы формирования надводной растительности (*Phragmites australis*), формирующей новые местообитания. Территория заселяется пионерными видами амфибий, птиц (*Anas platyrhynchos*, *Acrocephalus*) и млекопитающих (*Arvicola terrestris*), способствуя дальнейшей последовательной сукцессионной серии. На территории формируется интрозональный водно-болотный биотоп, схожий с природными реками. Прокладка канала и создание искусственных лесных насаждений вдоль русла канала привели к смене зонального фаунистического комплекса интрозональным на общей площади более чем 800 га. Создание такой гидротехнической системы, как Большой Ставропольский канал сформировало благоприятные местообитания для многих видов животных, а также способствовало широкому распространению гидроморфных комплексов (табл. 1).

Таблица 1. НАСЕЛЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ ПРИБРЕЖНЫХ
ТЕРРИТОРИИ РАВНИННЫХ УЧАСТКОВ
БОЛЬШОГО СТАВРОПОЛЬСКОГО КАНАЛА
Table 1. The population of terrestrial vertebrates of the coastal territories
of the flat areas of the Great Stavropol Canal

№ п/п	Вид	Численность ос/га
1	Озерная лягушка (<i>Rana ridibunda</i>)	12,5
2	Обыкновенный уж (<i>N. natrix</i>)	0,1
3	Водяной уж (<i>Natrix tessellata</i>)	1,2
4	Серая цапля (<i>Ardea cinerea cinerea</i>)	0,05
5	Трясогузка белая (<i>Motacilla alba</i>)	0,2
6	Дроздовидная камышовка (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	0,3
7	Тростниковая камышовка (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)	0,2
8	Болотная камышовка (<i>Acrocephalus palustris</i>)	0,1
9	Тростниковая овсянка (<i>Emberizas choeniclus</i>)	0,07
10	Обыкновенная кукушка (<i>Cuculus canorus</i>)	0,01
11	Береговая ласточка (<i>Riparia riparia riparia</i>)	0,3
12	Деревенская ласточка (<i>Hirundo rustica</i>)	0,2
13	Городская ласточка (<i>Delichon urbicum</i>)	0,2
14	Трясогузка белая (<i>Motacilla alba</i>)	0,2
15	Кряква (<i>Anas platyrrinchos</i>)	0,2
16	Фазан (<i>Phasianus colchicus</i>)	0,05
17	Обыкновенная полевка (<i>Microtus arvalis</i>)	2,9
18	Водяная полевка (<i>Arvicola terrestris</i>)	1,9
19	Обыкновенная ласка (<i>Mustela nivalis</i>)	0,02

Стоит отметить сезонные изменения в структуре биотопа. Канал функционирует в течение 8 месяцев, с апреля по ноябрь. Подача воды регулируется и в зимний период производится осушение канала. В этот период животное население мигрирует в другие места обитания, расположенные, к примеру на водоемах-накопителях, построенных на русле БСК для аккумуляирования воды в зимнее время для водоснабжения населенных пунктов и объектов промышленности и плотность населения позвоночных прибрежных ландшафтов канала сокращается.

В результате постройки гидросооружения в лесостепные биотопы начали проникать водно-болотные, но естественный интрозональный биотоп лесов на протяжении русла не был нарушен при строительстве и эксплуатации гидротехнического комплекса БСК, кроме того, создание искусственных лесных насаждений вдоль русла способствовало формированию интрополизональных фаунистических комплексов. Так среди птиц, получают распространения виды, связанные с пойменными лесами (дятел пестрый (*Dendrocopos major*)).

Строительство линейных объектов: мостов, переходов, переездов, трубопроводов сформировало местообитания для стенобионтных видов животных. Так, к примеру, наблюдается устойчивое население таких синатропных видов, как береговая ласточка (*Riparia riparia riparia*), деревенская ласточка (*Hirundo rustica*), городская ласточка (*Delichon urbicum*), воробей домовый (*Passer domesticus*), которые обустривают себе жилища на инженерных сооружениях.

Из-за сложного рельефа Большой Ставропольский канал проходит в пределах высокого плато, расчлененного глубокими долинами и оврагами, склоны водоразделов крутые подача воды по руслу невозможна без инженерных сооружений, таких как подземные тоннели и дюкеры – напорные трубопроводы (рис. 2).

Попытаемся дать оценку изменению фаунистического комплекса территории при строительстве и эксплуатации Большого Ставропольского канала. Как уже отмечено выше, из-за сложного рельефа канал имеет ряд сложных гидротехнических сооружений, таких как дюкеры и тоннели. Таким образом, распространение интразонального комплекса наблюдается лишь на территориях, вовле-

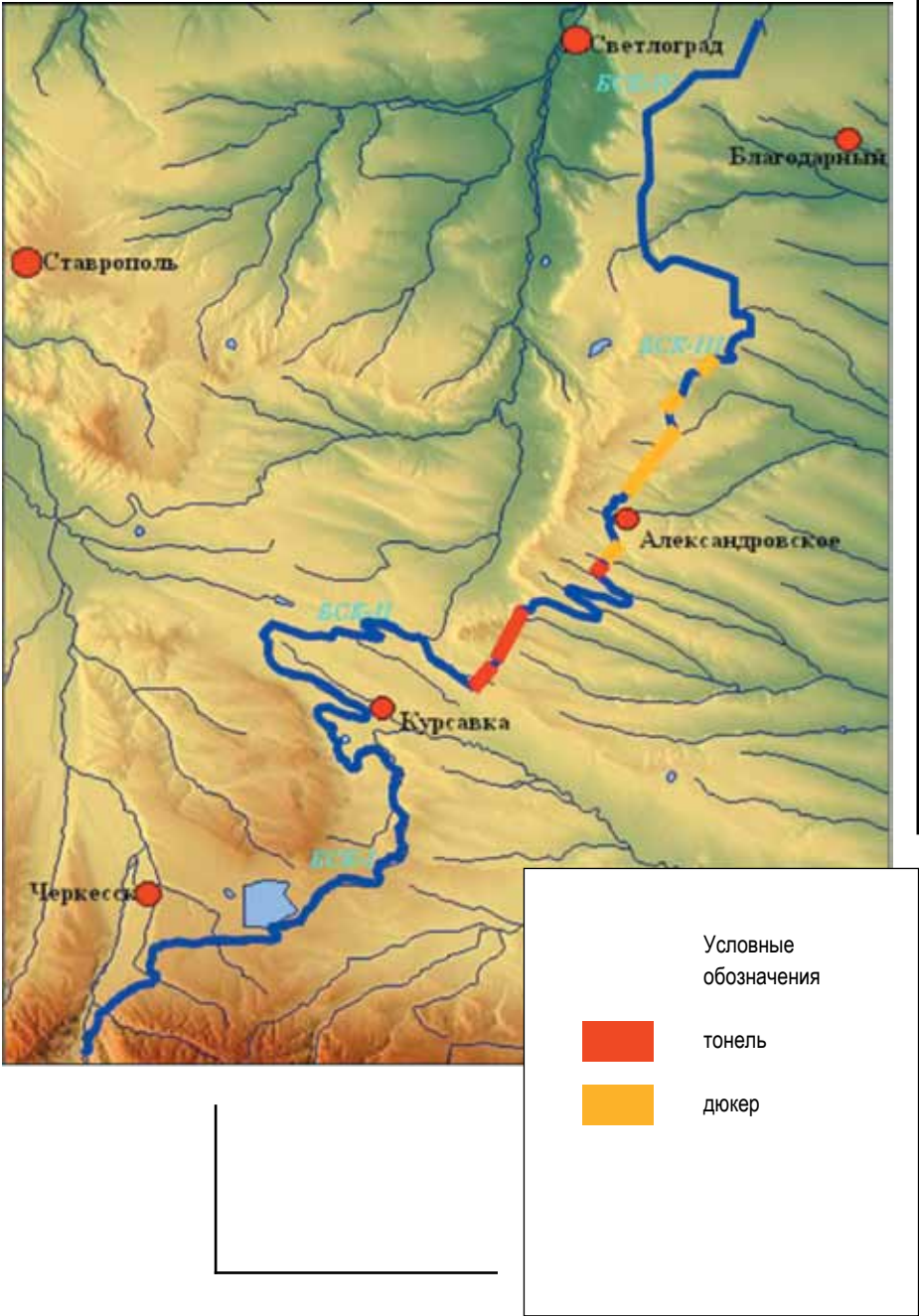


Рис. 2. Расположение дюкеров и тоннелей БСК.
Fig. 2. Location of duckers and tunnels GSC.

ченных ранее в хозяйственную деятельность и преобразованных в агроландшафт. На лесных территориях не произошло изменений, в том числе и в связи со строительством вышеупомянутых гидротехнических сооружений.

Так, прокладка под горой Брык Крымгиреевского тоннеля не повлекла за собой антропогенную нагрузку. Гора с юга на север прорезана шестикилометровым тоннелем, на склонах произрастает естественный грабовый лес. Гора Брык является особо охраняемой территорией Ставропольского края – памятником природы краевого значения (рис. 3).

Отдельный и достаточно протяженный участок канала проходит в границах заказника «Александровский», занимающий площадь 28419,48 га, имеющего зоологический профиль (рис. 4). На данном участке расположен Томузловский дюкер. На этой территории также отсутствуют преобразования в фаунистическом составе, здесь наблюдается увеличения синантропных видов.

Проведенное исследование прибрежного фаунистического комплекса второй и третьей очереди Большого Ставропольского канала позволяет оценить его характеристики и структуру. Сообщество наземных позвоночных представлено 2 видами земноводных, 4 видами пресмыкающихся, 15 видами птиц (табл. 1).

Структура животного населения прибрежного фаунистического комплекса ключевого участка достаточно интересна, здесь можно заметить смешение типичных интрозональных видов животных экологически пластичными видами зональных лесного и степного комплексов, а также стенобионтных видов.

Если говорить о влиянии строительства и эксплуатации ирригационной системы Большого Ставропольского канала, как об интрозональном биотопе в провинциях байрачных лесостепей (Прикалаусско-Буйволинский ландшафты) и лесостепных ландшафтов (Прикалаусско-Саблинский), то его сооружение и эксплуатация увеличила площадь интрозональных природных ландшафтов. На сегодняшний день она составляет составляет около 7 % от площади всей ландшафтной провинции (рис 5).

Таким образом, сооружение и эксплуатация гидротехнической системы Большого Ставропольского канала способствовало форми-

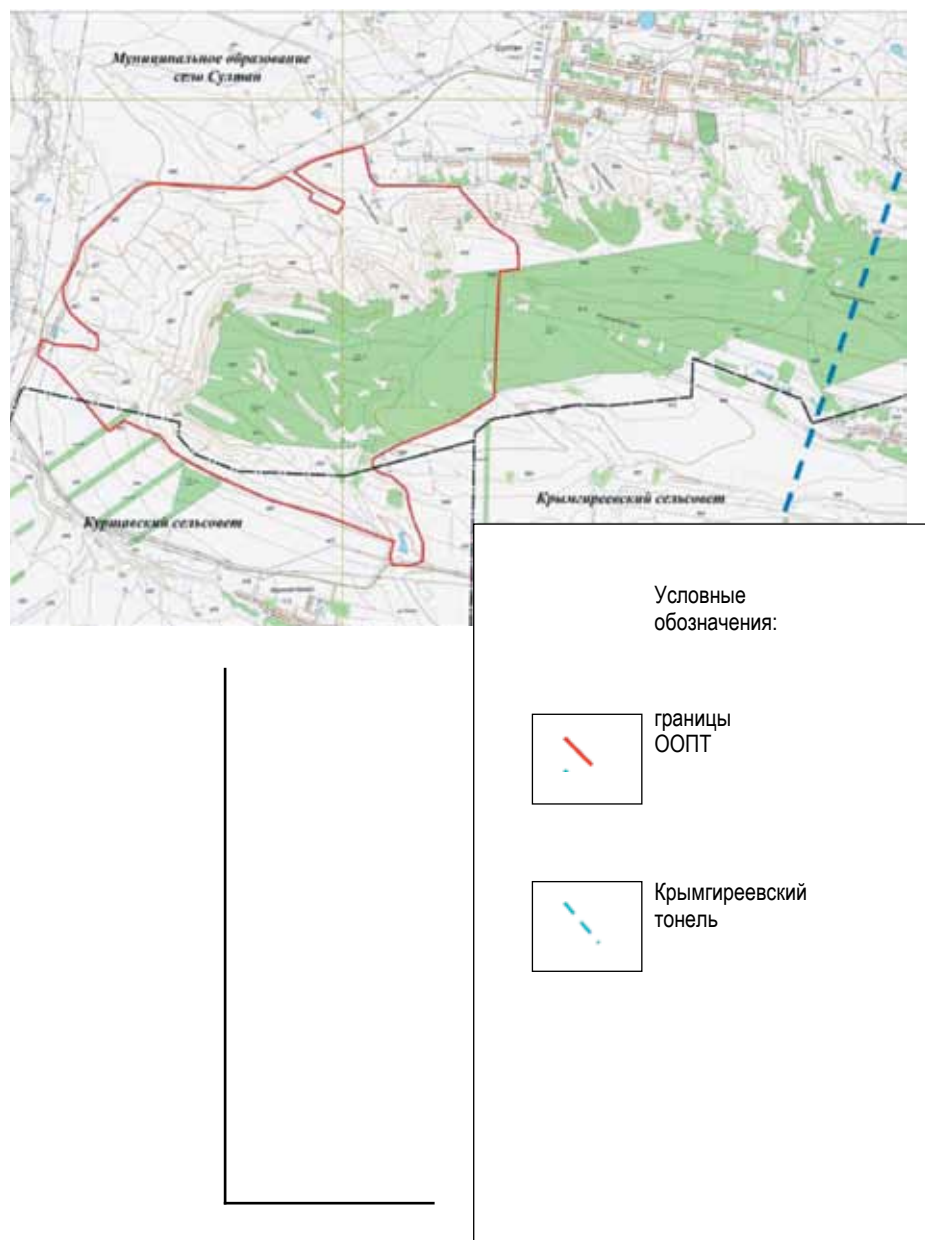


Рис. 3.

Схема расположения памятника природы краевого значения «Гора Брык».

Fig. 3. The layout natural monument of the marginal value «Mount Bryk».

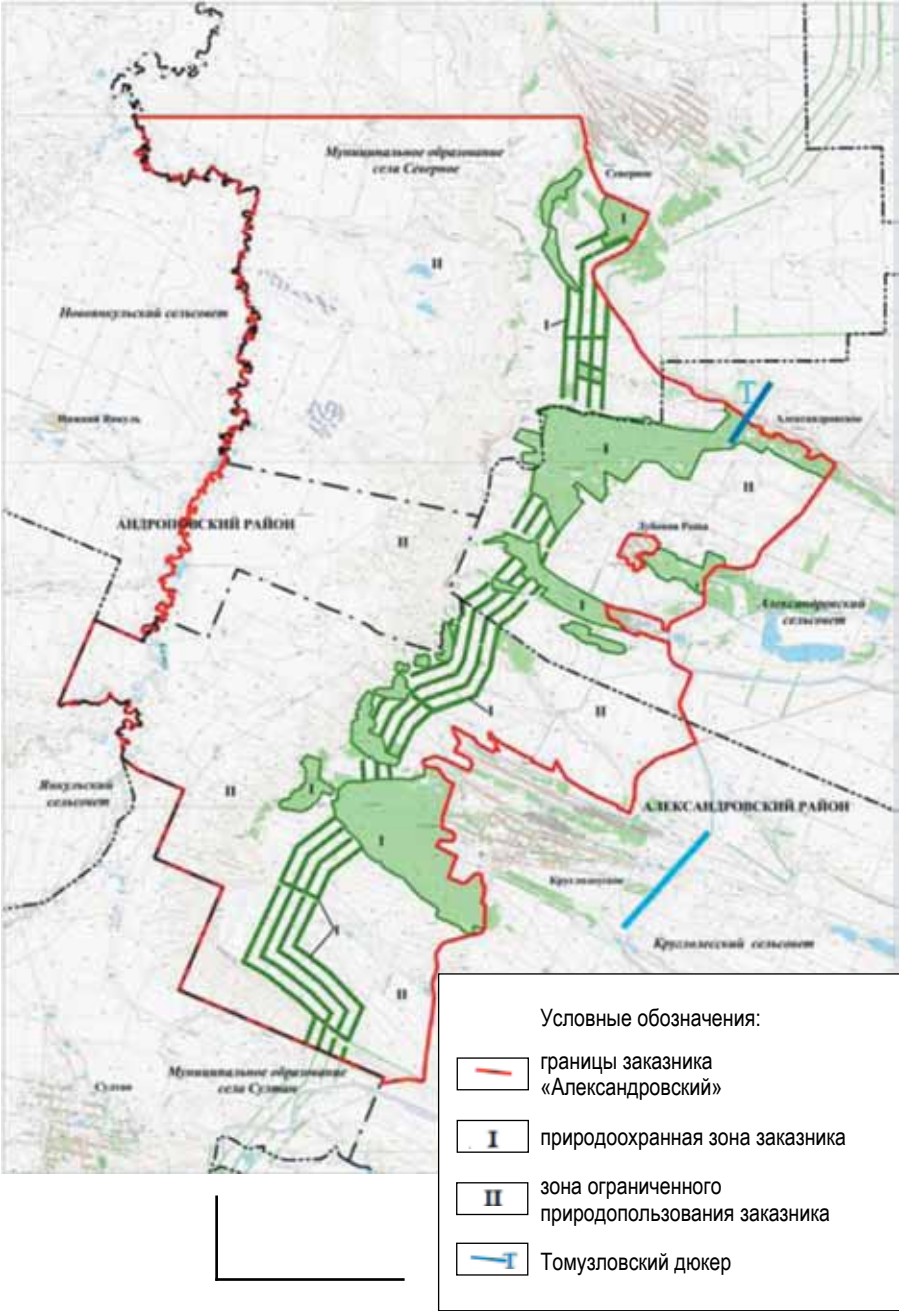


Рис. 4. **Схема границ заказника «Александровский».**
Fig. 4. Diagram of the boundaries of the reserve «Alexandrovsky».

Таблица 2. НАСЕЛЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ
БОЛЬШОГО СТАВРОПОЛЬСКОГО КАНАЛА
Table 2. The population of terrestrial vertebrates of the Great Stavropol
Canal

№ п/п	Вид	Численность ос/га
1	Лягушка озерная (<i>Rana ridibunda</i>)	26,4
2	Жерлянка краснобрюхая (<i>Bombina bombina</i>)	0,001
3	Уж обыкновенный (<i>Natrix natrix</i>)	0,2
4	Водяной уж (<i>Natrix tessellata</i>)	0,1
5	Черепаша болотная (<i>Emys orbicularis</i>)	0,01
6	Ящерица понтийская (<i>Lacerta praticola</i>)	0,01
7	Медянка обыкновенная (<i>Coronella austriaca</i>)	0,01
8	Выпь большая (<i>Botaurus stellaris</i>)	0,1
9	Выпь малая (<i>Ixobrychus minutus</i>)	0,01
10	Кваква (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	0,01
11	Цапля рыжая (<i>Ardea purpurea</i>)	0,02
12	Кряква (<i>Anas platyrinchos</i>)	1,2
13	Лунь болотный (<i>Circus aeruginosus</i>)	0,02
14	Сова болотная (<i>Asio flammeus</i>)	0,001
15	Чайка хохотунья (<i>Larus cachinnans cachinnans</i>)	0,1
16	Обыкновенная кукушка (<i>Cuculus canorus canorus</i>)	0,001
17	Щурка золотистая (<i>Merops apiaster</i>)	0,5
18	Камышевка болотная (<i>Acrocephalus palustris</i>)	1,8
19	Камышевка барсучок (<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>)	0,3
20	Камышевка дроздовидная (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	1,6
21	Береговая ласточка (<i>Riparia riparia riparia</i>)	0,33
22	Деревенская ласточка (<i>Hirundo rustica</i>)	0,43
23	Городская ласточка (<i>Delichon urbicum</i>)	0,31
24	Сверчок обыкновенный (<i>Locustella naevia</i>)	0,1
25	Сверчок соловьиный (<i>Locustella luscinioides</i>)	0,21
26	Ремез (<i>Remiz pendulinus</i>)	0,001
27	Ондатра (<i>Ondatra zibethicus</i>)	0,01
28	Водяная полевка (<i>Arvicola terrestris</i>)	0,01

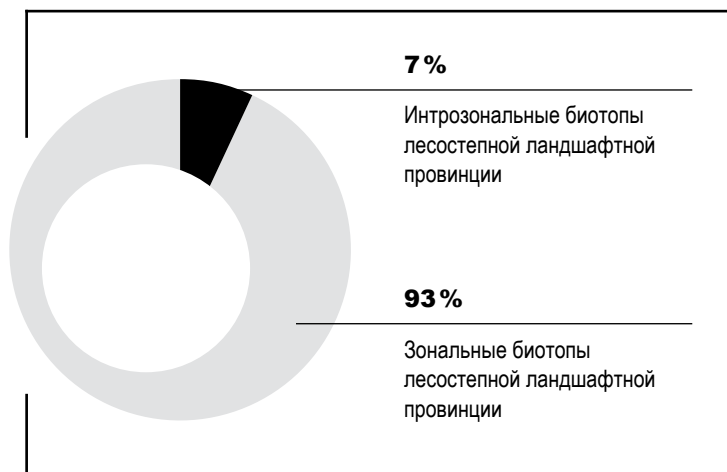


Рис. 5. Площадь биотопов.
Fig. 5 Biotope area.

рованию водно-болотного интрозонального биотопа, характеризующегося сезонной структурой и смешением типичных интрозональных видов животных с экологически пластичными видами зональных лесного и степного комплексов, а также стенобионтных видов.

Выводы

Прокладка канала привела к трансформации фаунистического комплекса на общей площади 800 га. На данной территории наблюдается смешение типичных интрозональных видов животных с экологически пластичными видами зональных лесного и степного комплексов, а также стенобионтных видов.

Интразональные комплексы животного населения характеризуются обособленностью, в комплексах водно-болотной группы повсеместно доминируют лягушка озерная (*Rana ridibunda*), уж водяной (*Natrix tessellata*), кряква (*Anas platyrhynchos*), цапля серая (*Ardea cinerea*), выпь малая (*Ixobrychus minutus*), камышевка болотная (*Acrocephalus palustris*), камышевка дроздовидная (*Acrocephalus arundinaceus*), полевка водяная (*Arvicola terrestris*). Важно отметить

формирование интрополизональных фаунистических комплексов, высадка прибрежных лесозащитных полос в русле канала способствовало распространению видов птиц, связанных с пойменными лесами (дятел пестрый (*Dendrocopos major*), а строительство линейных объектов: мостов, переходов, переездов, трубопроводов сформировало местообитания для стенобионтных видов животных. Так, на исследуемой территории, наблюдается устойчивое население таких синатропных видов, как береговая ласточка (*Riparia riparia riparia*), деревенская ласточка (*Hirundo rustica*), городская ласточка (*Delichon urbicum*), воробей домовый (*Passer domesticus*), которые обустривают себе жилища на инженерных сооружениях.

Строительство и эксплуатация Большого Ставропольского канала увеличили площадь интрозональных биотопов на территории природных ландшафтов исследуемой территории.

Библиографический список

1. Динник Н.Я. Орнитологические наблюдения на Кавказе // Труды С.-Петербур. о-ва естествоиспытателей, 1886. Т. 18. Вып. 1. 137 с.
2. Динник Н.Я. Звери Кавказа. Тифлис, 1910, Ч. 1; 1914. Ч. 2. 538 с.
3. Динник Н.Я. Змеи Северного Кавказа // Ученые записки Северо-Кавказского ин-та Краеведения. Владикавказ, 1926. Т. 1. 344 с.
4. Каганович Л.М. Развитие мелиорации в Ставропольском крае. Пятигорск: Севкагипроводхоз, 1996. 207 с.
5. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных, Изв. Всес. геогр. об-ва. 1953. 602 с.
6. Лиховид А.А., Тертышников М.Ф. Зоогеографическое (фаунистическое) районирование Предкавказья // Современная биогеография. М.: ИИЕТ РАН, 2001. С. 83–86.
7. Лиховид Н.Г. Флора водно-болотных и переувлажненных местообитаний Предкавказья и перспективы ее изучения // Вестник Ставропольского государственного университета. 1996. Вып. 6. (Естественные науки). С. 134–137.
8. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшаф-

- тах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае (сев.-вост. ч.). Новосибирск, 1967. С. 66-75.
9. Сатунин К.А. Материалы к познанию птиц Кавказского края. Тифлис, 1907. 144 с.
 10. Сатунин К.А. О зоогеографических округах Кавказского края // Изв. Кавказского музея. Вып. VII. Тифлис, 1913. 100 с.
 11. Сатунин К.А. Млекопитающие Кавказского края. Тифлис, 1915. Т. 1. 411 с.
 12. Сатунин К.А. Млекопитающие Кавказского края. Тифлис, 1920. Т. 2. 223 с.
 13. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР. М.: Наука, 1990. 726 с.
 14. Темботов А.К. География млекопитающих Северного Кавказа. Нальчик: Каб.-Балк. кн. изд-во, 1972. 245 с.
 15. Темботов А.К. Млекопитающие / Ресурсы живой фауны. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1982. 211 с.
 16. Тертышников М.Ф. Эколого-зоогеографическая характеристика батрахо- и герпетофауны Северного Кавказа // Фауна Ставрополя. Ставрополь: СГПИ, 1977. Вып. 2. 146 с.
 17. Тертышников М.Ф. Пресмыкающиеся Ставрополя // Фауна Ставрополя. Ставрополь: СГПУ, 1995. Вып. 6. 111 с.
 18. Тертышников М.Ф. Ареалогический анализ и герпето-географическое районирование Предкавказья // Фауна Ставрополя. Ставрополь: СГПИ, 1992. Вып. 4. 245 с.
 19. Тертышников М.Ф. О зоогеографическом районировании Ставрополя. Сообщение I // Фауна Ставрополя. Ставрополь: Изд. СГУ. 1997 г. Вып. 7. 211 с.
 20. Тертышников М.Ф. Земноводные Ставрополя. Ставрополь: СГУ, 1999. 139 с.
 21. Тертышников М.Ф., Тарасов М.П., Хе В.Х. Млекопитающие Ставрооля // Фауна Ставрополя. Ставрополь: СГПУ, 1995. Вып. 6. С. 84-90.
 22. Тертышников М.Ф., Швырева А.К., Котти Б.К., Лиховид А.А. Об ископаемых животных Ставрополя// Фауна Ставрополя. Ставрополь: Изд. СГУ, 1997. Вып. 7. С. 101–116.
 23. Харин К.В. Кадастр наземных позвоночных животных территории Александровского района Ставропольского края // Наука. Инновации. Технологии. Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 4. С. 218–235.
 24. Хохлов А.Н. Животный мир Ставрополя. Ставрополь, 1993. 156 с.

25. Хохлов А.Н., Ильях М.П. Позвоночные животные Ставрополя и их охрана. Ставрополь: СГУ, 1997. 103 с.
26. Хохлов А.Н., Лиховид А.И., Ильях М.П. Новые гнездящиеся виды в орнитофауне Ставропольской лесостепи // Вестник СГУ, 1999. Вып. 19. С. 57–61.
27. Шальнев В.А. Ландшафты Ставропольского края. Ставрополь: СГПУ, 1995. 52 с.

References

1. Dinnik N.Ya. Ornithological observations in the Caucasus// Proceedings of St. Petersburg. o-va naturalists, 1886. Vol. 18. Issue 1. 137 p.
2. Dinnik N.Ya. Animals of the Caucasus. Tiflis, 1910. Part 1; 1914, Part 2. 538 p.
3. Dinnik N.Ya. Snakes of the North Caucasus // Scientific notes of the North Caucasian Institute of Local Lore. Vladikavkaz, 1926. Vol. 1. 344 p.
4. Kaganovich L.M. Development of land reclamation in the Stavropol Territory. Pyatigorsk: Sevkagiprovdokhoz, 1996. 207 p.
5. Novikov G.A. Field research on the ecology of terrestrial vertebrates, Izv. Vses. geographical area. 1953. 602 p.
6. Likhovid A.A., Tertyshnikov M.F. Zoogeographic (faunal) zoning of the Pre-Caucasus // Modern biogeography. Moscow: IIET RAS, 2001. P. 83–86.
7. Likhovid N.G. Flora of wetland and waterlogged habitats of the Pre-Caucasus and prospects for its study // Bulletin of Stavropol State University. 1996. Issue 6. (Natural Sciences). P. 134–137.
8. Ravkin Yu.S. To the methodology of accounting for birds in forest landscapes // Nature of foci of tick-borne encephalitis in Altai (north-east). Novosibirsk, 1967. P. 66–75.
9. Satunin K.A. Materials for the knowledge of birds of the Caucasian region. Tiflis, 1907. 144 p.
10. Satunin K.A. About zoogeographic districts of the Caucasian territory // Izv. of the Caucasian Museum. Issue VII. Tiflis, 1913. 100 p.
11. Satunin K.A. Mammals of the Caucasian region. Tiflis, 1915. Vol. 1. 411 p.
12. Satunin K.A. Mammals of the Caucasian region. Tiflis, 1920. Vol. 2. 223 p.
13. Stepanyan L.S. Synopsis of ornithological fauna of the USSR. M.: Nauka, 1990. 726 p.

14. Tembotov A.K. Geography of mammals of the North Caucasus. Nalchik: Kab.-Balk. kn. publishing house, 1972. 245 p.
15. Tembotov A.K. Mammals / Resources of living fauna. Rostov-on-Don: Publishing House of the Russian State University, 1982. 211 p.
16. Tertyshnikov M.F. Ecological and zoogeographic characteristics of the batracho — and herpetofauna of the North Caucasus // Fauna of Stavropol. Stavropol: SGPI, 1977. Issue 2. 146 p.
17. Tertyshnikov M.F. Reptiles of Stavropol // Fauna of Stavropol. Stavropol: SGPU, 1995. Issue 6. 111 p.
18. Tertyshnikov M.F. Arealogical analysis and herpeto-geographical zoning of the Pre-Caucasus// Fauna of Stavropol. Stavropol: SGPI, 1992. Issue 4. 245 p.
19. Tertyshnikov M.F. On zoogeographic zoning of Stavropol. Message I // Fauna of Stavropol. Stavropol: Publishing house of SSU. 1997. Issue 7. 211 p.
20. Tertyshnikov M.F. Amphibians of Stavropol. Stavropol: SSU, 1999. 139 p.
21. Tertyshnikov M.F., Tarasov M.P., He V.X, Mammals of the Stavropol territory // Fauna of Stavropol. Stavropol: SGPU, 1995. Issue. 6. P. 84–90.
22. Tertyshnikov M.F., Shvyreva A.K., Kotti B.K., Likhovid A.A. About fossil animals of Stavropol // Fauna of Stavropol. Stavropol: Publishing House of SSU, 1997. Issue 7. P. 101–116.
23. Kharin K.V. Cadastre of terrestrial vertebrates of the territory of the Alexandrovsky district of the Stavropol Territory // The science. Innovation. Technologies. The science. Innovation. Technologies. 2014. No. 4. P. 218-235.
24. Khokhlov A.N. The animal world of Stavropol. Stavropol, 1993. 156 p.
25. Khokhlov A.N., Ilyukh M.P. Vertebrate animals of Stavropol and their protection. Stavropol: SSU, 1997. 103 p.
26. Khokhlov A.N., Likhovid A.I., Ilyukh M.P. New breeding species in the avifauna of the Stavropol forest-steppe// Bulletin of SSU, 1999. Issue 19. P. 57–61.
27. Shalnev V.A. Landscapes of the Stavropol Territory. Stavropol: SGPU, 1995. 52 p.

**Поступило в редакцию 20.12.2021,
принята к публикации 31.01.2022.**

Об авторах

Губанов Роман Сергеевич, соискатель, кафедра экологии и природопользования, институт наук о Земле, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; телефон +7 909 759 73 38; e-mail: guevara78@mail.ru.

Лиховид Андрей Александрович, доктор географических наук, кандидат биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования, институт наук о Земле, проректор по научной работе, СКФУ, Ставрополь, Россия; e-mail: alikhovid@ncfu.ru.

About authors

Gubanov Roman S., Candidate, the chair of Ecology and Nature Management, Institute of Earth Sciences, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia; phone +7 909 759 73 38; e-mail: guevara78@mail.ru.

Likhovid Andrey A., Doctor of Geography, Ph. D. (Biology), professor, the chair of Ecology and Environmental Management, IMNS, vice-rector for Research, NCFU, Stavropol, Russia; e-mail: alikhovid@ncfu.ru.

25.00.24
УДК 910.1

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Супрунчук И.П.

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь
(ilia_suprunchuk@mail.ru)

ГЕОГРАФИЯ СПОРТА: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.1.3

Введение.

Одним из новых направлений в социально-экономической географии является география спорта. В отечественной географической науке ее развитие находится на начальной стадии. При этом спорт является важным аспектом экономической, социальной и политической жизни, а география спорта как пространственная наука может дать много фундаментальных и прикладных данных в этой сфере.

**Материалы и методы
исследований.**

Использован метод литературного обзора применительно к современным географическим исследованиям спорта. Спорт представлен как комплексный объект, исследуемый многими научными направлениями. С помощью аналитического метода разработана исследовательская схема для выделенных направлений географии спорта.

**Результаты исследований
и их обсуждение.**

Проведенный литературный обзор показал малочисленность и неразвитость географических исследований в сфере спорт. В российской географии спорт практически не рассматривался до последнего времени. Рассмотрена система наук, изучающих спорт, определено место географии в ней и ее потенциальные возможности. Предложены направления развития географии спорта и их потенциальный инструментарий.

Выводы.

Спорт представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных процессов и сфер, и выступает объектом изучения многих наук. В географической науке были предприняты попытки географического изучения спорта. При этом формирования отдельного научного направления не произошло. География спорта – научное направление в социально-экономической географии, изучающее территориальную организацию спорта.

Ключевые слова:

география спорта, новые направления социально-экономической географии, спорт и физическая культура.

Suprunchuk I.P. North Caucasus Federal University, Stavropol, (ilia_suprunchuk@mail.ru)

Geography of Sports: Theoretical and Methodological Approaches to the Formation of a Scientific Direction

Introduction. One of the new directions in socio-economic geography is the geography of sports. In Russian geographical science, its development is at an early stage. At the same time, sport is an important aspect of economic, social and political life, and the geography of sports as a spatial science can provide a lot of fundamental and applied data in this sphere.

Materials and methods of the research. The method of literary review is used in relation to modern geographical research of sports. Sport is presented as a complex object studied by many scientific directions. With the help of the analytical method, a research scheme has been developed for the selected areas of the geography of sports.

The results of the research and their discussion. The conducted literature review showed the small number and underdevelopment of geographical research in the field of sports. In Russian geography, sports were practically not considered until recently. The system of sciences studying sports is considered, the place of geography in it and its potential possibilities are determined. The directions of the development of the geography of sports and their potential tools are proposed.

Conclusions. Sport is a complex of interrelated processes and spheres, and is the object of study of many sciences. In geographical science, attempts have been made to study sports geographically. At the same time, there was no formation of a separate scientific direction. Geography of sports is a scientific direction in socio-economic geography that studies the territorial organization of sports.

Key words: geography of sports, new directions of socio-economic geography, sports and physical culture.

Введение

В последние десятилетия поле исследования общественно-географических наук заметно расширилось. Главным образом, это связано с гуманизацией географии, заключающейся в повороте научного интересе к человеку и всем сферам и аспектам его

жизни. В рамках этой тенденции, активно формируются новые направления в общественной географии – география образа жизни, поведенческая география, география искусства и многие другие. Одним из таких направлений считается и география физической культуры и спорта. Однако, в отечественной общественно-географической науке развитие этого нового направления имеет лишь эпизодический, зачаточный характер, несопоставимый с уровнем достижений других «новых географических направлений».

Традиционное пренебрежение спортом географами (и географией в спортивных исследованиях) парадоксально по нескольким причинам. Во-первых, спорт является важным аспектом экономической, социальной и политической жизни. Он играет огромную роль в средствах массовой информации и общественном дискурсе.

Во-вторых, география спорта – это пространственная наука. Пространство и место, рассматриваемые многими как две географические основы, занимают центральное место, как в географии, так и в спорте. И спорт, и география фокусируются на том, как люди перемещаются и взаимодействуют в пространстве, регионы являются центральным элементом организации спорта, территории являются средством идентификации большинства спортивных команд.

Материалы и методы исследования

Основной идеей российских географов является представление о формировании географии физической культуры и спорта в рамках географии социальной инфраструктуры [1]. При этом, можно говорить о существовании достаточно сформированного научного направления «география спорта» в зарубежной географии, характеризующего спортивную сферу через ряд специфических подходов и методик. В связи с этим, представляется довольно актуальной задача поиска и отбора теоретических конструкций и исследовательских методов, позволяющих организовать полноценное географическое изучение спорта.

В работе рассмотрены общенаучные теоретические подходы к исследованию спорта. Для этого проведен литературный обзор работ российских и зарубежных ученых, потенциально затрагивающих вопросы географии спорта. На их основании, с помощью аналитического метода, предложены схемы объектного поля научной дисциплины.

Результаты исследования и их обсуждение

На этапе формирования любого нового научного направления критически важным является вопрос выделения его объекта исследования. Поэтому, представляется логичным, попробовать сформулировать «объектное поле» исследований географии спорта. Очевидно, что начинать этот процесс следует с рассмотрения понятия «спорт».

Так, Большая олимпийская энциклопедия определяют спорт как «соревнования по различным физическим упражнениям и их комплексам, а также система их организации и проведения, а также подготовка к соревнованиям (тренировка), специфические социальные отношения в этой области человеческой деятельности и общественно значимые результаты такой деятельности» [2]. В российской практике близким, взаимосвязанным явлением выступает понятие «физическая культура». Она представляет собой «...совокупность ценностей и знаний, создаваемых и используемых обществом в целях физического и интеллектуального развития способностей человека, совершенствования его двигательной активности и формирования здорового образа жизни, социальной адаптации путём физического воспитания, физической подготовки и физического развития» [3].

Главным разделяющим критерием между спортом и физической культурой, по мнению большинства экспертов, является элемент соревновательности и результата. Физкультура в целом направлена на укрепление и улучшение здоровья, а целью спорта выступает достижение максимального результата и получение спортивных

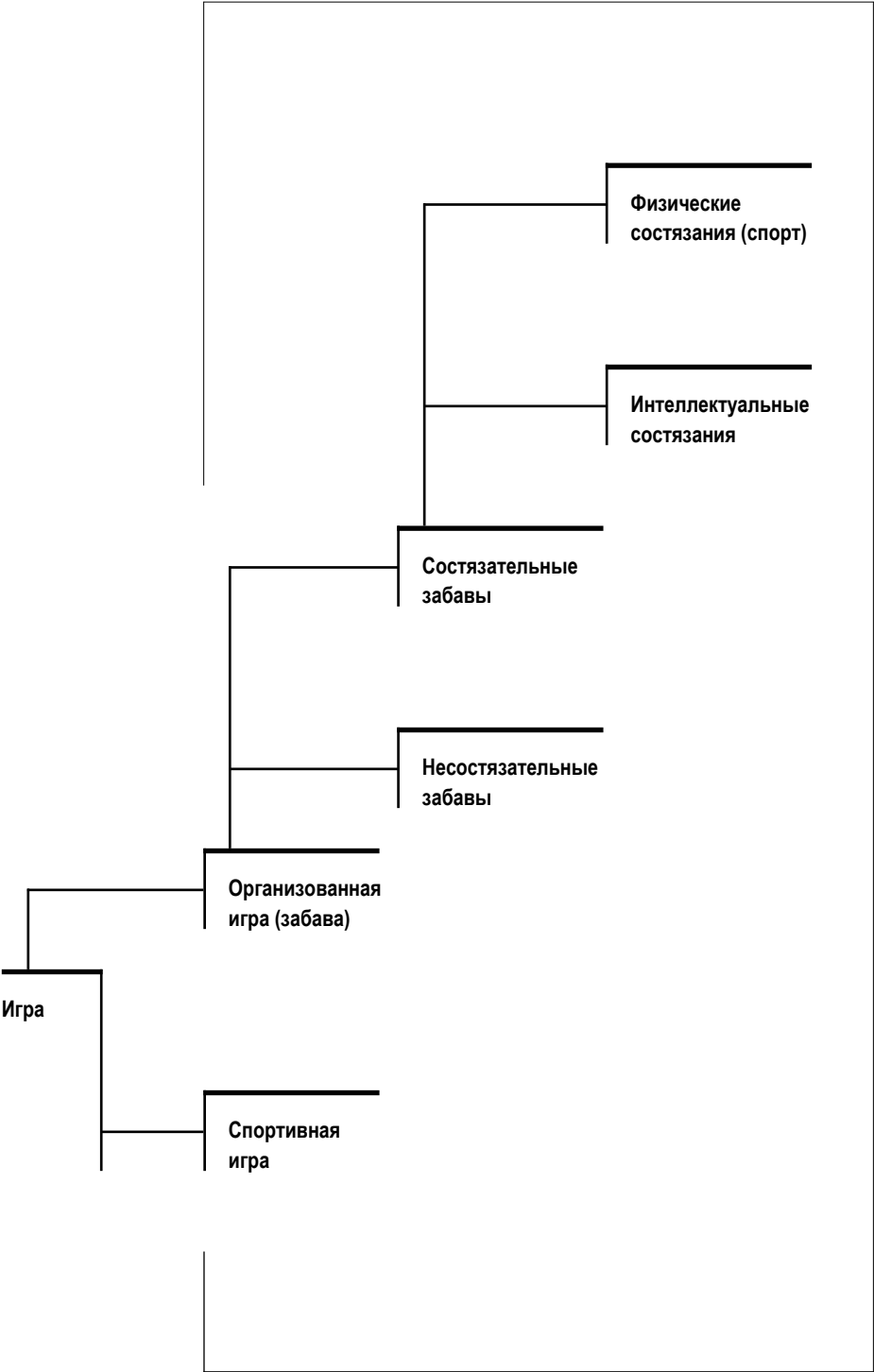


Рис. 1.

Спорт как вид игры [4].
Fig. 1. Sport as a type of game [4].

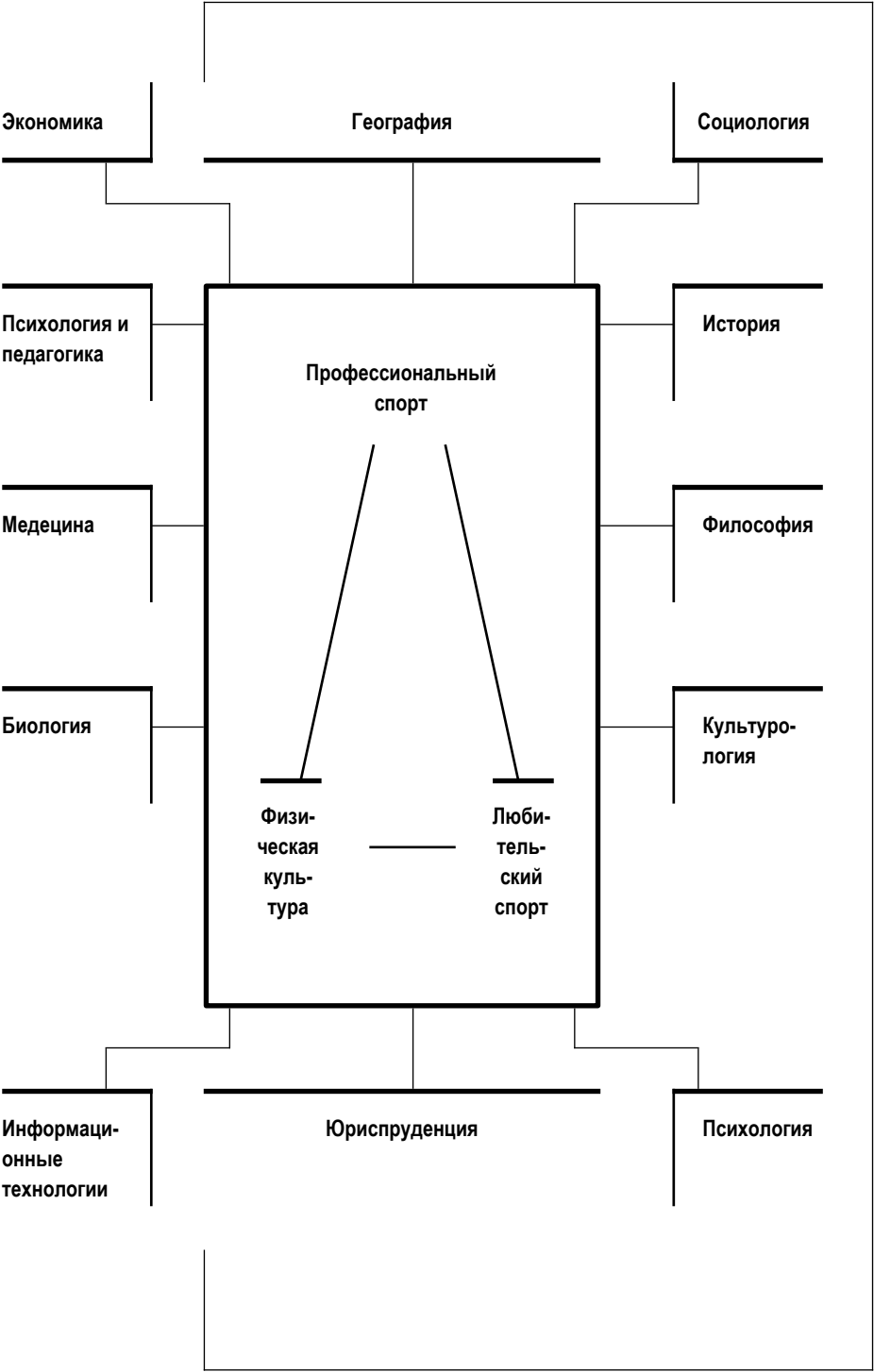


Рис. 2. Спорт – объект изучения научных направлений.
Fig. 2. Sport is an object of study of scientific directions.

наград. Между этими двумя явлениями очевидно наличие большого числа взаимосвязей, хотя встречаются и противоречия. К примеру, многие технические виды спорта не имеют своего отражения в практиках физической культуры.

Интересным представляется и взгляд на спорт, как на разновидность игры (рис. 1). Из всей совокупности игр, спорт выделяют регламент, состязательность и элементы физической активности. Общую ситуацию дополняет, идущий во всем мире с начала XX в., процесс профессионализации спорта [5]. В результате сформировалась целая новая отрасль профессионального или коммерческого спорта, где к традиционным спортивным целям добавляется экономический элемент прибыли.

Таким образом, можно предположить, что объектом для географического изучения в данном случае становится триада «физическая культура – любительский спорт – профессиональный спорт». К этой объектной группе сформировали свои подходы многие науки (рис. 2.). Так, в результате синтеза медицинских, биологических и психолого-педагогических научных направлений возникло понятие спортивной науки, как дисциплины, которая изучает, как работает здоровое человеческое тело во время упражнений, и как спорт и физическая активность способствуют здоровью и работоспособности тела [6]. Прикладным изучением спорта занимаются в рамках юриспруденции, политических наук.

Наконец, спорт выступает объектом исследования целого блока социально-гуманитарных наук. Спорт активно начинает попадать в их фокус со второй половины XX века [7]. Это происходит параллельно профессионализации и широкому его распространению в форме оздоровительной и социальной практики среди населения по всему миру. В данном случае спорт представляется широким социально-культурным феноменом, отражающим и затрагивающим многие аспекты развития общества. Соответственно, через изучение спорта можно прийти к пониманию основ функционирования сложных социальных систем.

К примеру, в рамках таких исследований сложились уже традиционные взгляды на происхождения спорта:

1. Теория магии утверждает, в основу практик физических упражнений, а потом и спорта, легли активные действия, повторяемые в процессе магических ритуалов древних людей.
2. Теория войны связывает появление спорта с постоянной подготовкой к войне, что способствовало выделению особого вида деятельности, посвященного развитию физических качеств и обучению необходимым действиям.
3. Теория излишней энергии представляет спорт как высвобождение у человека излишней энергии через различные практики (игровые, танцевальные и др.).
4. Теория игры говорит, что игровая деятельность основополагающая в возникновении культуры, в том числе физической культуры и спорта.
5. Теория труда предполагает, что большинство современных видов спорта имеют свои корни в трудовой деятельности [8].

Важной идеей, развиваемой в рамках антропологии и культурологии, является представление о связи разных видов спортивных практик и типов структур человеческих обществ [9]. Исходя из этого, нужно изучать традиционные национальные виды спорта, оценивать популярность массовых видов спорта в странах и регионах, а затем коррелировать их с особенностями социально-общественной структуры. Помимо этого, очевидно, что с развитием общества будут меняться и практикуемые виды спорта. В таком случае сфера спорта может быть качественным индикатором социальной динамика. Добавим к этому, что по своей сути связка «спорт-общество» очень похожа на пару «общество-окружающая среда», которая выступает одним из главных объектов в общей географической науке.

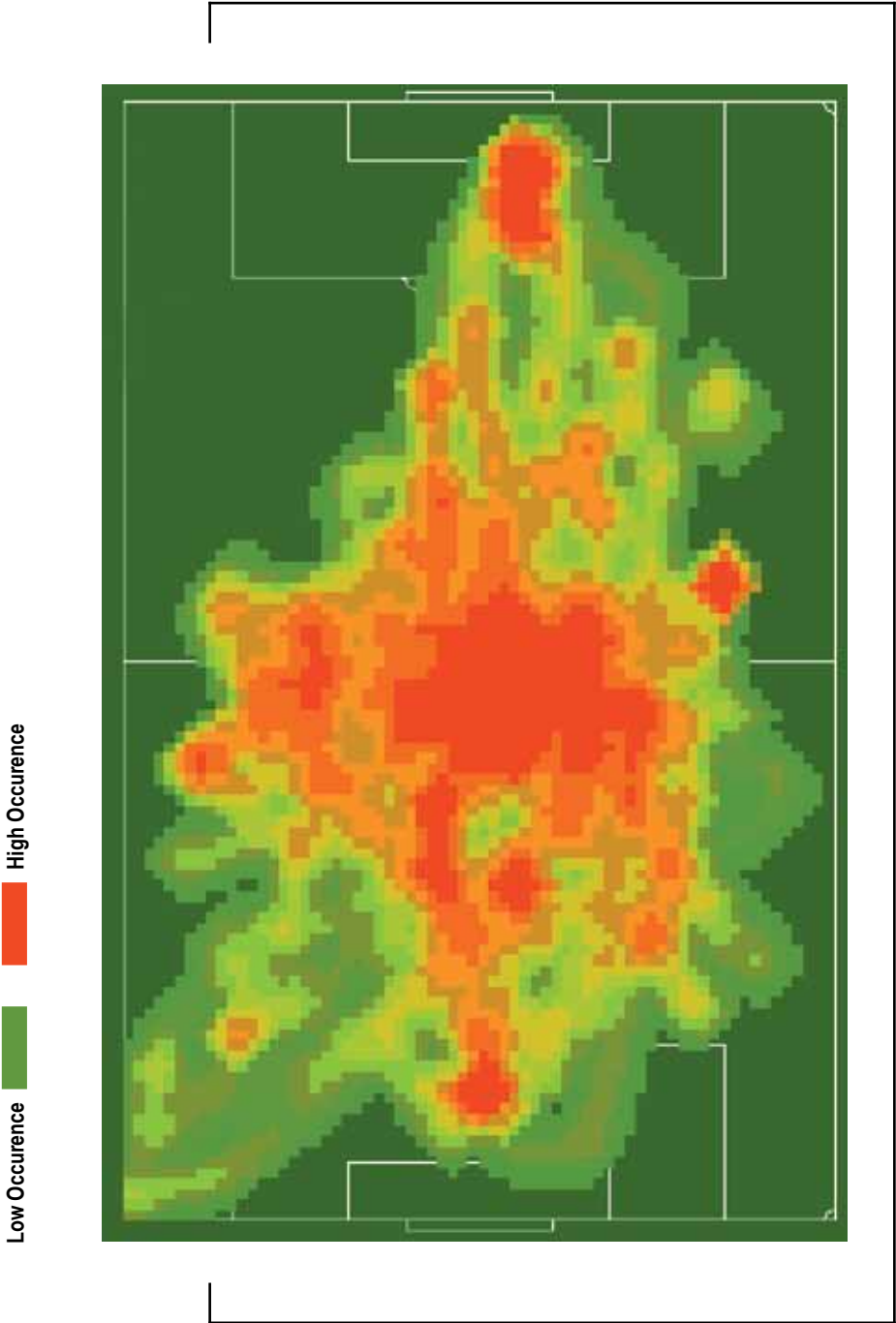


Рис. 3. Частота появления отдельного футболиста в разных частях футбольного поля [19].
Fig. 3. Frequency of appearance of an individual football player in different parts of the football field [19].

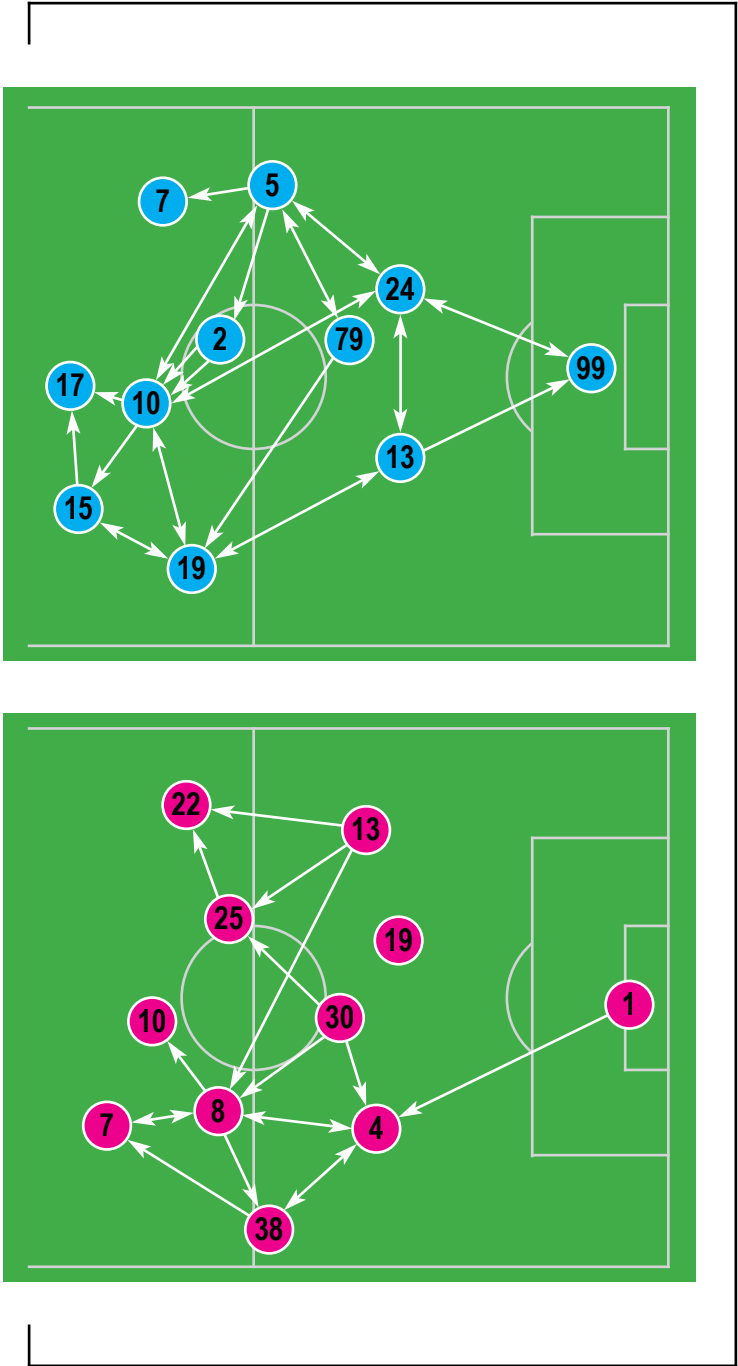


Рис. 4. Средние позиции и количество передач между футболистами [20].
Fig. 4. Average positions and the number of passes between the players [20].

Таким образом, можно предположить, что в рамках социально-гуманитарного изучения спорта важное место может занять и география. Так, один из основоположников географии спорта в Великобритании Д. Бэйл предлагает выделять три направления, в которых география может исследовать спорт:

1. Пространственное распространение спортивной деятельности.
2. Связи между участниками спортивной деятельности и их изменения.
3. Прогнозирование пространственных изменений спортивной среды, в том числе с точки зрения экологии [10].

Несмотря на фрагментарные попытки исследования спорта профессиональными географами, можно выделить несколько уже сформировавшихся географических взглядов на спорт. К примеру, советская рекреационная география определяла спорт как тип рекреационных занятий [11]. Рекреационно-спортивные занятия направлены преимущественно на развитие физических сил человека. К ним отнесены спортивные игры:

- парусный и моторный водный спорт,
- лыжный спорт,
- длительные пешие переходы,
- восхождение на горные вершины [12].

В свою очередь, они могли входить в состав циклов рекреационной деятельности [13]. Наконец, следует отметить вклад рекреационной географии в изучении условий и факторов развития спортивного туризма.

В зарубежной географии спорта большее внимание отведено спорту высших достижений, чем спорту как рекреационной деятельности. Особенно выделяется тема анализа и прогноза резуль-

ГЕОГРАФИЯ СПОРТА

ОБЪЕКТ	МЕТОД / ПАРАДИГМА	ГИПОТЕЗА / ПАТТЕРН
профессиональный спорт, спорт высоких достижений, «большой спорт»	экономическая и политическая география	Спорт отражает борьбу стран, регионов, городов за политическое и экономическое влияние
спортивная индустрия (одежда, оборудование, питание, медицины, туризм, СМИ и т.д.)	комплексный и отраслевой подход, концепция территориальных структур, модель «центр-периферия» и др.	Территориальный аспект функционирования спортивной индустрии
спорт и образ жизни, «массовый спорт» (фитнес-культура, спортивная идентичность, спортивные традиции)	культурная география, география образа жизни, гуманитарная география, медицинская география, рекреационная география	Спорт как форма идентичности
спортивная инфраструктура (наличие материальных условий для спортивной деятельности)	нормативный подход, территориальное планирование, социально-экономическая география	Спорт как часть социального обслуживания населения (образование, здравоохранение, культура и спорт)
спорт и окружающая среда	культурная география, геоэкология, устойчивое развитие, рекреационная география	Как спорт использует и влияет на окружающую среду

Рис. 5. Потенциальные направления исследований в географии спорта.
Fig. 5. Potential research directions in the geography of sports.

татов Олимпийских игр [14, 15, 16]. Причем, спортивные успехи отдельных стран в данных работах сопоставляют с их экономическим и политическим влиянием на мировой арене.

Пространственный и полимасштабный подходы, используемые географами, имеют потенциал на микроуровне игрового поля. Еще в конце 1970-х гг. было выдвинуто предположение, что географ может рассматривать командные виды спорта как динамические случаи тщательно предписанного человеческого поведения в ограниченном географическом пространстве [17]. Исходя из этого, создавались карты, показывающие «пространства взаимодействия», где отображались позиции игроков, их связи и интенсивность контактов с другими игроками [18].

В последствие, интерес ученых к спортивной аналитике сильно возрос, чему способствовали коммерциализация спорта (а значит и спрос на такие исследования) и бурное развитие информационных технологий. В результате типичные географические конструкции незаметно и независимо от усилий географов проникли в инструментарий современного спортивного консалтинга. Как видно из примеров, в футбольной аналитике используются широко практикуемые в географии приемы: отображение плотности и ареала какого-либо явления (рис. 3) и модели территориальной структуры (рис. 4). Несмотря на очевидную исследовательскую аналогию, вряд ли география сейчас может внести серьезный вклад в глубокую аналитику спорта, хотя задача управления пространством их и объединяет.

Наконец, следует сказать несколько слов о современных исследованиях спорта российскими географами. По мнению некоторых авторов, неразвитость географического изучения спорта в России связана как с двойственностью его положения (между здравоохранением и культурой), так и с неясностью практического приложения результатов [21]. В результате, за исключением нескольких работ в духе западной школы анализа олимпийского спорта [22, 23], сформировался специфический взгляд на спорт как вид социальной инфраструктуры [24, 25, 26]. Доступность информации о спортивных объектах в документах территориального планирования дает возможность оценивать нормативную обеспеченность ими населе-

ния, а также сопоставлять и сравнивать различные территории по уровню обеспеченности.

По итогу анализа сложившихся взглядов на географическое изучение спорта, представляется возможным предложить обобщающую исследовательскую схему (рис. 5). Как было показано выше, спорт является комплексным и сложным объектом для изучения. Поэтому для географии спорт можно выделить в нем несколько блоков, как отдельных объектов, требующих специфических подходов. Попробуем сформировать такой круг объектов и предположить их потенциальную траекторию изучения в географической науке.

Одним из таких объектов является профессиональный спорт. Как широкое явление он достаточно молод, но к современному моменту уже хорошо структурирован и сильно институализирован. Система международных федераций, унифицированных стандартов, соревнований делает спорт доступным и понятным для географических исследований. Однако, главным вопросом здесь является интерпретация результатов, заключающаяся в попытке найти связи между успехами страны в спорте и ее местом в экономической и политической мировой структуре. В этом направлении, особенно в анализе медальных зачетов Олимпийских игр, проведено достаточно исследований.

Главной идеей, которая используется в данном случае, является представление о том, что спорт на глобальном уровне (Олимпийские игры, чемпионаты мира) отражает борьбу стран за экономическое и политическое доминирование. Крайней вариацией этого взгляда выступает мысль о том, что спорт вообще заменил войну и является единственным средством выражения силы на международной арене [27]. Тем не менее, спорить о прямой связи между экономической мощью, политическим весом страны и ее достижениями в профессиональном спорте сложно. Даже беглый взгляд на ТОП-10 медального зачета Олимпиады только утвердит нас в этом мнении.

Остается мало затронутым большой потенциальный круг сюжетов – как принцип борьбы за доминирование через спорт работает на внутривосточном и локальных уровнях, как условная «спор-

тивная мощь» страны изменяется во времени и какие факторы на этом влияют, как вообще территориально устроена сфера профессионального спорта. Помимо этого, есть и еще один очевидный путь географического осмысления этого объекта – выделение отдельных «географий» по видам спорта (география футбола, география хоккея, география легкой атлетики и т.п.), с более пристальным вниманием к факторам появления, распространения, развития и территориальной организации. Далее возможно даже выделение отдельных «спортивных регионов», специализирующихся и идентифицирующих себя с конкретными видами спорта.

Помимо спортивных результатов (медалей, титулов, мест) спорт имеет и экономико-техническое измерение. С этой точки зрения, объектом для изучения выступает спортивная индустрия, а спорт может быть представлен как отдельная отрасль мирового хозяйства. В свою очередь, спортивная индустрия делится на ряд подотраслей, через которые связывается с другими отраслями и комплексами. Самыми крупными такими подотраслями является производство спортивной одежды, производство спортивного оборудования, спортивная медицина и фармакология, спортивные СМИ и телевидение. С позиции экономической географии к их изучению можно применять весь наработанный за десятилетия методологический аппарат – комплексный и отраслевой подходы, концепцию территориальных структур, различные модели и многое другое.

Третьим объектом географии спорта может стать понимание спорта как части деятельности человека. Сюда относится и традиционное представление о физической культуре как рекреационно-оздоровительной деятельности, характерной для каждого человека. Со времени, когда к этому вопросу подходила советская рекреационная география, произошли значительные изменения – усложнились и получили большее разнообразие формы организации спортивного досуга, заметно трансформировались ограничивающие факторы. Важным моментом в данном исследовательском направлении выступает сопричастность к спорту вообще. То есть не только через непосредственное занятие определенным видом спорта, но и через фанатскую культуру и поддержку местных спортсме-

нов. В данном случае спорт может отражать многочисленные идентичности людей, а иногда и их формировать. На примере Англии и Испании показана история и особенности формирования футбольной идентичности и фанатской культуры [28, 29]. Также, Успехи отдельных спортивных команд могут быть успешно использованы в территориальном брендинге и геомаркетинге.

Специфическим объектом в географии спорта может выступать спортивная инфраструктура. В России спортивные объекты (плоскостные сооружения, спортзалы и бассейны) включены в состав социальной инфраструктуры, которой должно быть обеспечено население при проектировании и осуществлении градостроительной деятельности. Важную роль в данном случае может сыграть современный пространственный анализ на основе Больших данных [30]. С научной точки зрения, этот вопрос имеет прикладной характер, и может быть решен и без применения фундаментальных географических знаний. Однако, сама выработка нормативов обеспеченности спортивными сооружениями, определение их емкости при проектировании городов возможны только с использованием серьезных географических исследований. К тому же, территориальное неравенство в России, в том числе и по уровню обеспеченности спортивной инфраструктурой, продолжит сохраняться, а соответствующие нормативные показатели могут быть увязаны в дальнейшем и с развитием профессионального спорта в регионах.

Уникальным объектом для географии спорта представляется взаимосвязь спорта и окружающей среды. В данном направлении на первый план выходит вопрос о том, как ландшафт влияет на появление и развитие видов спорта, а также на особенности подготовки профессиональных спортсменов. Несмотря на многочисленные установленные стереотипы природного детерминизма в спорте (афроамериканские бегуны, норвежские лыжники и т.п.), этот вопрос гораздо сложнее. Более того, в последнее время спорт начинает влиять на окружающую среду, как непосредственно используя ее для соревнований, так и оставляя за собой экологический след.

Таким образом, очерчен лишь круг гипотетических направлений в географии спорта. Некоторые из них поступательно разви-

ваются и уже сформировали определенный научный задел, некоторые, в силу разных причин, находятся на начальном этапе своего развития, обладая при этом значительным потенциалом. Безусловно, представленная схема не может отразить всего возможного многообразия исследований в географии спорта, и должна в последующем обсуждаться и дополняться.

Выводы

1. Спорт является одним из важнейших и быстро развивающихся социально-экономических феноменов в мире. На современном этапе спорт представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных процессов и сфер, и выступает объектом изучения многих наук. Среди этих наук заметное место может занять и география.
2. В географической науке были предприняты попытки географического изучения спорта. Различные подходы были предложены как зарубежными, так и отечественными географами, начиная со второй половины XX века. Однако единого взгляда на формирование отдельного научного направления так и не было сформировано. Отдельные удачные идеи и методики были включены в социально-гуманитарные науки.
3. География спорта – научное направление в социально-экономической географии, изучающее территориальную организацию спорта. В силу комплексности главного объекта, следует выделить в ней, как минимум, пять потенциальных подотраслей. Каждая из них имеет свой более конкретизированный предмет исследования и набор географического инструментария, которые могут быть использованы в реализации исследований.

Библиографический список

1. Новые направления в общественно-географических науках / С.Ю. Корнекова, В.Л. Мартынов, Э.Л. Файбусович. Санкт-петербург: Изд-во СПбГЭУ, 2018. 107 с.
2. Спорт // Большая олимпийская энциклопедия: В 2 т. / Автор-составитель В.Л. Штейнбах. М.: Олимпия Пресс, 2006. 968 с.
3. Федеральный закон «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» от 04.12.2007 N 329-ФЗ – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_73038/
4. Гуттман А. От ритуала к рекорду. Природа современного спорта. М.: Изд-во Института Гайдара, 2016. 296 с.
5. Починкин А.В. Становление и развитие профессионального коммерческого спорта в России. Москва: Изд-во Советский спорт, 2006. 215 с.
6. Berryman J., Park R. Sport and Exercise Science: Essays in the History of Sports Medicine. University of Illinois Press, 1992. 372 p.
7. Морган У. Философия спорта: исторический и концептуальный обзор и оценка ее будущего // Логос. 2006. № 3 (54). С. 147–158.
8. Кун Л. Всеобщая история физической культуры и спорта. М.: Радуга, 1982. 401 с.
9. Caillois R. Les Jeux et les homes. Paris, Callimard, 1958.
10. Bale J. Sports geography. Routledge, 2003. 209 p.
11. Теоретические основы рекреационной географии / отв. редактор В.С. Преображенский. М.: Наука, 1975. 222 с.
12. Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т. Рекреационная география. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 207 с.
13. Веденин Ю.А. Динамика территориальных рекреационных систем Москва: Наука, 1982. 190 с.
14. Johnson D., Ali A. A tale of two seasons: participation and medal counts at the summer and winter Olympic games // Social Science Quarterly. 2004. V. 8. P. 974-993.
15. Bernard A.B., Busse M.R. Who Wins the Olympic Games: Economic Resources and Medal Totals // Review of Economics and Statistics. 2004. V. 86(1). P. 413–417.
16. Andreff W., Andreff M. Economic prediction of medal wins at the 2014 winter Olympics // North American Association of Sports Economists. Working Paper Series. October, 2011. № 11–16. 28 p.

17. Gattrell A., Gould P. A micro-geography of team games; graphical explorations of structural relations // *Area*, 1979. №11. P. 275–283.
18. Gould P., Greenwalt N. Some methodological perspectives on the analysis of team games // *Journal of Sport Psychology*. 1981. №4. P. 283–304.
19. Beetz M., von Hoyningen-Huene N., Kirchlechner B., Gedikli S., Siles F., Durus M., Lames M. ASPOGAMO: Automated Sports Games Analysis Models // *Int. J. Comput. Sci. Sport*. 2009. №8. 21 p.
20. Футбол в цифрах – URL: https://twitter.com/ru_stats.
21. Новые направления в общественно-географических науках / С.Ю. Корнекова, В.Л. Мартынов, Э.Л. Файбусович. Санкт-петербург: Изд-во СПбГЭУ, 2018. 107 с.
22. Горохова Е.В. Влияние Олимпийских зимних игр (2002, 2006, 2010 и 2014 гг.) на развитие спорта в мире // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2018. №2. С. 97-101.
23. Горохова Е.В. Методика оценки олимпийского успеха страны // *Региональные исследования*. 2018. №1 (59). С. 13–21.
24. Кузьмин А.В., Балина Т.А. Роль спортивной инфраструктуры в региональной политике: механизмы реализации, проблемы и перспективы развития (на примере Пермского края) // *Инновационная экономика*. 2016. №4.
25. Балина Т.А., Кузьмин А.В., Столбов В.А. Роль спортивной инфраструктуры в наращивании регионального капитала // *Россия и ее регионы в полимасштабных интеграционно-дезинтеграционных процессах. Материалы международной научной конференции в рамках VIII Ежегодной научной ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов*. Пермь: Издательство ПГНИУ. 2017. С. 195–199.
26. Лаврова Е.В., Яковлева С.И. Спортивная инфраструктура Тверской области: статистика и география // *Вестник ТвГУ. Серия «География и Геоэкология»*. 2017. № 4. С. 55–76.
27. Радзиховский Л. Спортивные войны // *Российская газета* – URL: <https://sportrg.ru/2004/06/22/sport-voina.html>
28. Gibbons T. *English National Identity and Football Fan Culture Who Are Ya?* London. Routledge. 2014. 208 P.
29. Quiroga A. *Football and National Identities in Spain*. The

Strange Death of Don Quixote. London. Palgrave Macmillan. 2013. 246 p.

30. Черкасов А.А., Махмудов Р.К., Сопнев Н.В. Пространственный анализ городов и агломераций: интеграция технологий ГИС и Big Data // Наука. Инновации. Технологии. 2021. № 4. С. 95-112.

References

1. New directions in social and geographical sciences / S.Y. Kornekova, V.L. Martynov, E.L. Faibusovich. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University, 2018. 107 p.
2. Sport // The Great Olympic Encyclopedia: In 2 t. / Author-compiler V.L. Steinbach. M.: Olympia Press, 2006. 968 p.
3. Federal Law "On Physical Culture and Sports in the Russian Federation" dated 04.12.2007 N 329-FZ – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_73038/
4. Guttman A. From ritual to record. The nature of modern sports. Moscow: Gaidar Institute Publishing House, 2016. 296 p.
5. Pochinkin A.V. Formation and development of professional commercial sports in Russia. Moscow: Publishing House of Soviet Sport, 2006. 215 p.
6. Berryman J., Park R. Sport and Exercise Science: Essays in the History of Sports Medicine. University of Illinois Press, 1992. 372 p.
7. Morgan W. Philosophy of sport: a historical and conceptual review and assessment of its future // Logos. 2006. No. 3 (54). P. 147–158.
8. Kuhn L. General history of physical culture and sports. Moscow: Raduga, 1982. 401 p.
9. Caillois R. Les Jeux et les homes. Paris, Callimard, 1958.
10. Bale J. Sports geography. Routledge, 2003. 209 p.
11. Theoretical foundations of recreational geography / editor V.S. Preobrazhensky. M.: Nauka, 1975. 222 p.
12. Mironenko N.S., Tverdokhlebov I.T. Recreational geography M.: Publishing House of Moscow university, 1981. 207 p.
13. Vedenin Yu. A. Dynamics of territorial recreational systems M.: Nauka, 1982. 190 p.
14. Johnson D., Ali A. A tale of two seasons: participation and

- medal counts at the summer and winter Olympic games // Social Science Quarterly. 2004. V. 8. P. 974–993.
15. Bernard A.B., Busse M.R. Who Wins the Olympic Games: Economic Resources and Medal Totals // Review of Economics and Statistics. 2004. V. 86(1). P. 413–417.
 16. Andreff W., Andreff M. Economic prediction of medal wins at the 2014 winter Olympics // North American Association of Sports Economists. Working Paper Series. October, 2011. №11–16. 28 p.
 17. Gattrell A., Gould P. A micro-geography of team games; graphical explorations of structural relations // Area, 1979. №11. P. 275–283.
 18. Gould P., Greenwalt N. Some methodological perspectives on the analysis of team games // Journal of Sport Psychology. 1981. №4. P. 283–304.
 19. Beetz M., von Hoyningen-Huene N., Kirchlechner B., Gedikli S., Siles F., Durus M., Lames M. ASPOGAMO: Automated Sports Games Analysis Models // Int. J. Comput. Sci. Sport. 2009. №8. 21 p.
 20. Football in numbers – URL: https://twitter.com/ru_stats
 21. New directions in social and geographical sciences / S.Y. Kornikova, V.L. Martynov, E.L. Faibusovich. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University, 2018. 107 p.
 22. Gorokhova E.V. The influence of the Olympic Winter Games (2002, 2006, 2010 and 2014) on the development of sports in the world // Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography. 2018. №2. C. 97–101.
 23. Gorokhova E.V. Methodology for assessing the Olympic success of the country // Regional studies. 2018. No. 1 (59). P. 13–21.
 24. Kuzmin A.V., Balina T.A. The role of sports infrastructure in regional policy: mechanisms of implementation, problems and prospects of development (on the example of Perm Krai) // Innovative Economics. 2016. №4.
 25. Balina T.A., Kuzmin A.V., Stolbov V.A. The role of sports infrastructure in building up regional capital // Russia and its regions in multi-scale integration and disintegration processes. Materials of the international scientific conference within the framework of the VIII Annual Scientific Assembly of the Association of Russian Geographers and Social Scientists. Perm: PGNIU Publishing House. 2017. P. 195–199.

26. Lavrova E.V., Yakovleva S.I. Sports infrastructure of the Tver region: statistics and geography // TvSU Bulletin. Series "Geography and Geoecology". 2017. No. 4. P. 55-76.
27. Radzhikhovskiy L. Sports wars // Rossiyskaya Gazeta – URL: <https://sportrg.ru/2004/06/22/sport-voyna.html>
28. Gibbons T. English National Identity and Football Fan Culture Who Are Ya? London. Routledge. 2014. 208 P.
29. Quiroga A. Football and National Identities in Spain. The Strange Death of Don Quixote. London. Palgrave Macmillan. 2013. 246 p.
30. Cherkasov A.A., Maxmudov R.K., Sopnev N.V. Spatial Analysis of Cities and Agglomerations: Integration of GIS and Big Data Technologies // Science. Innovation. Technologies. 2021. No. 4. P. 95–112.

**Поступило в редакцию 08.10.2021,
принята к публикации 26.01.2021.**

Об авторах

Супрунчук Илья Павлович, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии, Института наук о Земле, Северо-Кавказского федерального университета. Scopus ID: 57199507380, Researcher ID: 0. E-mail: ilia_suprunchuk@mail.ru.

About the authors

Suprunchuk Ilya P., candidate of geographical Sciences, associate Professor of the Department of socio-economic geography, Institute of Earth Sciences, North Caucasus Federal University. Scopus ID: 57199507380, Researcher ID: 0. E-mail: ilia_suprunchuk@mail.ru.

25.00.29
 УДК 551.51

ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ
 (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Афанасьев И.С.,
 Закинян Р.Г.

Северо-Кавказский федеральный университет,
 г. Ставрополь, Россия,
 «Северо-Кавказский центр математических исследований»,
 г. Ставрополь, Россия; * afanasevigor278@gmail.com

КОЛЕБАНИЯ СУХОГО ВОЗДУХА
 В АТМОСФЕРЕ

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.1.4

Введение.

В статье рассматривается влияние рельефа местности и суточного вращения Земли на колебательные процессы в атмосфере. Показано, что результатом наложения двух колебательных процессов, обусловленных как собственными колебаниями, так и вынужденными (суточное вращение Земли), могут быть биения и резонанс.

Материалы и методы исследований.

Рассматриваются колебания в атмосфере, изначально находившейся в состоянии статики, вызванные начальным превышением температуры вблизи поверхности земли, рельефом местности и суточным вращением Земли. Для их описания используется система, в которую входят уравнение движения в форме Эйлера и выражения, учитывающие распределение температуры и давления воздуха с высотой. Без учета влияния осевого вращения планеты получаем простейшие уравнения колебаний. Показано, что начальные условия определяются превышением температуры вблизи поверхности земли и рельефом местности (орографией). В качестве другого примера рассматривается случай, когда вращение Земли вокруг своей оси приводит к значимым периодическим изменениям температуры.

Результаты исследований и их обсуждения.

На первом этапе проводится анализ решений уравнений колебаний без учета влияния суточного вращения Земли, делая акцент на орографию. Вблизи наклонной поверхности воздушные частицы получают дополнительный импульс, что приводит к возрастанию амплитуды колебаний скорости и температуры воздушного потока. Второй этап — получение решения для колебательных процессов, когда учитываются суточные изменения температуры воздуха. Если частота Брента-Вяйсяля совпадает с частотой суточного вращения Земли или их разница незначительна, то возникают такие явления, как резонанс или биения.

Выводы.

Показано, что в стандартной атмосфере осевое вращение планеты не сказывается на колебательных процессах в атмосфере, при этом учитывается рельеф местности. Однако имеет место быть случай, когда разница между вышеуказанными частотами крайне мала или нулевая (это возможно при $\Delta\gamma \ll \Delta\gamma_{\text{станд}}$). Тогда происходит возрастание амплитуды колебаний, т.е. биения или резонанс. В этих случаях орографию можно не брать во внимание: при рассмотрении колебаний скорости и температур: динамический нагрев оказывается очень малым, а собственные амплитуды скорости значительно больше скоростей вертикальных воздушных потоков, вызванных рельефом.

Ключевые слова:

частота Брента–Вяйсяля, разность температур, разность градиентов температур, динамический нагрев, скорость, восходящие потоки, амплитуда, биения, резонанс.

Afanasyev I.S.,
Zakinyan R.G.

North Caucasus Federal University,
Stavropol, Russia

Oscillations of dry Air in the Atmosphere

- Introduction.** The article examines the influence of the terrain and the daily rotation of the Earth on the oscillatory processes in the atmosphere. It is shown that as a result of the superposition of two oscillatory processes, caused both by natural oscillations and forced, due to the daily rotation of the Earth, they lead to beats and resonance.
- Materials and research methods.** Oscillations in the atmosphere, which was initially in a state of static, caused by the initial temperature rise near the earth's surface, the terrain, and the Earth's daily rotation are considered. To describe them, a system is used, which includes the equation of motion in the form of Euler and expressions that take into account the distribution of temperature and air pressure with height. Without taking into account the daily rotation of the Earth, we obtain the simplest equations of oscillations. It is shown that the initial conditions are determined by the temperature rise near the earth's surface and the terrain (orography). As another example, we consider the case when the rotation of the Earth around its axis leads to significant periodic changes in temperature.
- Research results and their discussion.** At the first stage, the analysis of solutions to the equations of oscillations is carried out without taking into account the influence of the diurnal rotation of the Earth, with an emphasis on orography. Near an inclined surface, air particles receive an additional impulse, which leads to an increase in the amplitude of fluctuations in the speed and temperature of the air flow. The second stage is to obtain a solution for oscillatory processes, when daily changes in air temperature are taken into account. If the Brent-Väisälä frequency coincides with the frequency of the Earth's daily rotation or their difference is insignificant, then such phenomena as resonance or beats occur.
- Conclusions.** It is shown that in a standard atmosphere the axial rotation of the planet does not affect the oscillatory processes in the atmosphere, while the terrain relief is taken into account. However, there is a case when the difference between the above frequencies is extremely small or zero (this is possible at $\Delta\gamma \ll \Delta\gamma_{\text{станд}}$). Then there is an increase in the amplitude of the oscillations, i.e. beating or resonance. In these cases, orography can be disregarded: when considering fluctuations in speed and temperatures: dynamic heating turns out to be very small, and the natural amplitudes of the velocity are much higher than the velocities of vertical air flows caused by the relief.
- Key words:** Brent-Väisäl frequency, temperature difference, temperature gradient difference, dynamic heating, velocity, ascending flows, amplitude, beats, resonance.

Введение

Актуальность выбранной темы заключается в том, что в атмосфере периодически наблюдаются колебательные процессы высокой интенсивности. Особую роль играет рельеф местности, влияние которого достаточно хорошо изучено [2, 6]. Однако недостаточное внимание уделялось воздействию осевого вращения Земли на атмосферные колебания.

Особенно интересен случай, когда вертикальный градиент температуры очень близок по значению к сухоадиабатическому. Тогда, помимо уже известного ранее роста амплитуды скорости, при определённых условиях происходят также изменения режима колебаний температуры. Влияние рельефа местности при этом минимизируется, однако, если происходит синхронизация колебательного режима атмосферы с осевым вращением Земли, то наблюдаются такие явления, как биения и резонанс [10, 12].

Широкое применение для описания атмосферных процессов получили методы математического моделирования движения воздушной частицы. Их основу составляют уравнения, описывающие динамику и статику воздуха, и выражения, характеризующие зависимость метеорологических величин от пространства и времени.

Атмосфера представляет собой стратифицированный газ, то есть в ней плотность почти всегда меняется с высотой. Для описания стационарной атмосферы используется уравнение статики. При возникновении возмущений частицы отклоняются от положения равновесия и происходят колебания, характеризующиеся частотой Брента-Вяйсяля N_{BV} (или частотой плавучести). То есть на частицу единичной массы действуют две основные силы: сила тяжести $\mathbf{g}$ и сила Архимеда $-\frac{1}{\rho} \nabla p$ [1, 7].

Задачами исследовательской работы является получение решения системы уравнений, описывающих колебательное движение, как при учёте влияния осевого вращения планеты, так и без его учёта. Кроме того, решается задача о влиянии рельефа местности на режим колебания.

Цель работы – исследовать, как колебательные процессы в атмосфере зависят от её параметров и особенностей рельефа, беря также во внимание влияние осевого вращения Земли.

Таким образом, актуальность темы связана с рассмотрением колебаний в атмосфере, когда температурная стратификация близка к сухоадиабатической, что может также привести к сопоставимости частот Брента-Вяйсяля и суточного вращения.

Материалы и методы исследования

Основные уравнения

Будем рассматривать воздух как идеальную жидкость [4]. Его движение характеризуется уравнением Эйлера, записанного в инерциальной системе отсчета:

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v}, \nabla) \mathbf{v} = \mathbf{g} - \frac{1}{\rho} \nabla p. \quad (1)$$

В состоянии статики уравнение (1) принимает вид [5]:

$$\mathbf{g} - \frac{1}{\rho_e} \nabla p_e = 0. \quad (2)$$

Пусть в атмосфере возникают малые возмущения, то есть $p = p_e + p'$, $p' \ll p_e$, $\rho = \rho_e + \rho'$, $\rho' \ll \rho_e$. Тогда уравнение Эйлера принимает вид:

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho_e} \nabla p' + \frac{\rho'}{\rho} \mathbf{g}. \quad (3)$$

Соответственно, в проекции на ось OZ , исходя из (2), справедливо выражение (сделаем также допущение, что нет горизонтального движения) [8]:

$$\frac{dw}{dt} = -\frac{1}{\rho_e} \frac{dp'}{dz} - \frac{\rho'}{\rho} g. \quad (4)$$

Рассмотрим взаимодействие потока воздуха с окружающей атмосферой, причём их давления взаимно компенсированы, т. е. $p = p_e$ или $p' = 0$. Также считаем, что справедливо уравнение состояния сухого воздуха, и тогда получаем соотношение:

$$\frac{\rho_e}{\rho} = \frac{T}{T_e}. \quad (5)$$

Введём разность температур $\Delta T = T - T_c$, и так как T (и T_c) меняется с высотой по линейному закону [8], то выражение для ΔT принимает вид:

$$\Delta T = \Delta_0 T - \Delta \gamma z, \quad (6)$$

здесь $\Delta \gamma = \gamma_a - \gamma$ – разность сухоадиабатического и вертикального градиента температур [1], $\Delta_0 T = T_0 - T_{c0}$ – разность температур на высоте $z = 0$.

Здесь предполагается, что осевое вращение Земли не играет роли. Так как $p' = 0$ в рассматриваемом примере, то, подставляя соотношение (5) в уравнение движения (4) и дифференцируя (6) по времени, получим систему уравнений, описывающую колебательные процессы в атмосфере:

$$\frac{dw}{dt} = \alpha g \Delta T, \quad \frac{d\Delta T}{dt} = -\Delta \gamma w. \quad (7)$$

где $\alpha = \frac{1}{T_{0e}} \approx \frac{1}{T_0}$ – тепловой коэффициент расширения.

Из системы (6) и (7) вытекают уравнения гармонических колебаний для вертикальной составляющей скорости w и для температурных колебаний ΔT :

$$\frac{d^2 w}{dt^2} = -N_{BV}^2 w, \quad \frac{d^2 \Delta T}{dt^2} = -N_{BV}^2 \Delta T, \quad (8)$$

где N_{BV} – частота Брента – Вайсяля, задаваемая соотношением [11]:

$$N_{BV} = \sqrt{\alpha g \Delta \gamma}. \quad (9)$$

Влияние рельефа местности и суточного вращения Земли. Полученные зависимости будем использовать при рассмотрении влияния рельефа местности на колебания воздуха в атмосфере. Пусть поверхность, заданная на высоте $z = 0$, в некото-

рых точках i наклонена к горизонту, то есть введем угол между ними – φ_i . Отметим, что начальная скорость вертикальных воздушных потоков w_0 зависит от горизонтальной скорости

$$v_r : w_0 = v_r \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad [6].$$

В качестве примеров возьмём несколько точек G_i с различными w_{0i} , считая, что одинаковое отклонение температуры $\Delta_0 T$ наблюдается вблизи поверхности G повсеместно.

Рассмотрим также случай, когда вследствие вращения Земли вокруг своей оси возникают суточные колебания температур (по гармоническому закону) [12]. Тогда для разности температур, исходя из зависимости (5), получим:

$$\Delta T = \Delta_0 T + \Delta T_0 \cos(\omega_0 t + \psi_0) - \Delta \gamma z, \quad (10)$$

здесь $\Delta T_0 = \overline{T_0} - \overline{T_{e0}}$ – разность амплитуды суточных колебаний температур потока воздуха $\overline{T_0}$ и окружающей среды $\overline{T_{e0}}$;

$\omega_0 = \frac{2\pi}{P}$ – циклическая частота суточного вращения Земли ($P = 24 \text{ ч} = 86400 \text{ с}$);

ψ_0 – начальная фаза, зависящая от времени суток ($\psi_0 = 0$, если воздух наиболее нагретый).

Учитывая зависимость (10), аналогично получим систему уравнений, описывающую колебания воздуха в атмосфере, как это было сделано ранее в (7):

$$\frac{dw}{dt} = \alpha g \Delta T, \quad \frac{d\Delta T}{dt} = -\Delta \gamma w - \omega_0 \Delta T_0 \sin(\omega_0 t + \psi_0). \quad (11)$$

Тогда уравнения колебаний, учитывающие внешние воздействия, имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \Delta T}{dt^2} + N_{BV}^2 \Delta T &= -\omega_0^2 \Delta T_0 \cos(\omega_0 t + \psi_0) \\ \frac{d^2 w}{dt^2} + N_{BV}^2 w &= -\alpha g \omega_0 \Delta T_0 \sin(\omega_0 t + \psi_0) \end{aligned} \quad (12)$$

Результаты исследований и их обсуждение

Влияние рельефа местности

Рассмотрим колебательные процессы в атмосфере, считая, что суточное вращение не играет роли. Исследуем воздух вблизи поверхности G ($z = 0$), которая в некоторых точках G_i наклонена к горизонту. Тогда начальные условия запишем в виде:

$$w(0) = w_{0i}, \quad \Delta T(0) = \Delta_0 T.$$

Соответственно, решениями уравнений колебаний (8), характеризующие зависимости $w_{0i}(t)$ и $\Delta T_i(t)$, являются выражения:

$$\Delta T_i(t) = \Delta T_{\max i} \cos(N_{BV}t + \varphi_0) = \sqrt{(\Delta_0 T)^2 + (\Delta T_{\phi i})^2} \cdot \cos(N_{BV}t + \varphi_0), \quad (13)$$

$$w_i(t) = w_{\max i} \sin(N_{BV}t + \varphi_0) = \sqrt{(w_{\max 0})^2 + (w_{0i})^2} \cdot \sin(N_{BV}t + \varphi_0), \quad (14)$$

где w_{0i} — скорость вертикальных воздушных потоков вблизи поверхности, обусловленная орографией (определяется крутизной поверхности $\tan \varphi$) [6];

$w_{\max 0} = N_{BV} h_{T0} = \sqrt{\frac{\alpha g}{\Delta \gamma}} \Delta_0 T$ — амплитуда колебаний скорости $w(t)$ на горизонтальной поверхности, т. е. при $w_{0i} = 0$;

$h_{T0} = \frac{\Delta_0 T}{\Delta \gamma}$ — уровень выравнивания температур вертикального воздушного потока и окружающей атмосферы;

$\varphi_0 = \arctg \frac{w_0}{w_{\max 0}}$ — начальная фаза;

$\Delta T_{\phi i} = \sqrt{\frac{\Delta \gamma}{\alpha g}} w_0$ — дополнительная надбавка к температуре, возникающая вблизи склонов. Назовем ее динамическим нагревом.

Тогда амплитуды колебаний разности температур и скорости принимают вид:

$$w_{\max i} = \sqrt{(w_{\max 0})^2 + (w_{0i})^2} = \sqrt{\frac{\alpha g}{\Delta \gamma} (\Delta_0 T)^2 + (w_{0i})^2}, \quad (15)$$

$$\Delta T_{\max i} = \sqrt{(\Delta_0 T)^2 + (\Delta T_{\phi i})^2} = \sqrt{(\Delta_0 T)^2 + \frac{\Delta \gamma}{\alpha g} (w_0)^2}. \quad (16)$$

Из формулы (15) следует, что амплитуда скорости вертикальных воздушных потоков w_i зависит от w_{0i} , $\Delta_0 T$, а также в большей степени от $\Delta\gamma$ (этот параметр может варьироваться на несколько порядков). На склонах, согласно (16), колебания ΔT также усиливаются, т. к. $w_{0i} \neq 0$.

Ключевую роль здесь играет параметр разности градиента температур $\Delta\gamma$. Если $\Delta\gamma \rightarrow 0$, то при $\Delta_0 T \neq 0$ возникают существенные вертикальные воздушные потоки $w_{\max i}$, причём $w_{\max 0} \gg w_{0i}$ при обычных условиях (когда $w_{0i} < 20$ м/с и $\Delta_0 T < 20$ К, только их и будем рассматривать) (15). Параллельно с этим уменьшается величина динамического нагрева $\Delta T_{\varphi i}$, (16). Тогда в (15)–(16) для амплитуд колебаний получаем следующие равенства:

$$\Delta T_{\max i} = \Delta_0 T, \quad w_{\max i} = w_{\max 0} \quad \text{при } \Delta\gamma \rightarrow 0. \quad (17)$$

Значит, при малых $\Delta\gamma$ орография не влияет на амплитудные значения температуры и скорости. Соответственно, как на горизонтальной поверхности ($w_{0i} = 0$), так и при $\Delta\gamma \rightarrow 0$ уравнения колебания (13) – (14) принимают вид ($\varphi_0 = \arctg \frac{w_0}{w_{\max 0}} \approx 0$):

$$\Delta T(t) = \Delta_0 T \cos(N_{BV} t), \quad (18)$$

$$w_i(t) = w_{\max 0} \sin(N_{BV} t). \quad (19)$$

При значениях $\Delta_0 T = 0$ и $\Delta\gamma \ll \Delta\gamma_{\text{станд}}$ (для стандартной атмосферы вблизи поверхности земли $\Delta\gamma_{\text{станд}} = 0,004$ К/м и $N_{BV \text{станд}} = 0,012$ с⁻¹ при вариации T_{e0} от 260 К до 300 К) получаем $w_{\max i} = w_{0i}$ и $\Delta T_{\max i} = \Delta T_{\varphi i}$, т. е. амплитуды колебаний разности температур и скорости в этом случае полностью зависят от орографии.

Положение частиц воздушного потока можно определить из выражения (14), учитывая, что $w_i(t) = \frac{dz_i}{dt}$:

$$\begin{aligned} z_i(t) &= \frac{w_{\max i}}{N_{BV}} [\cos \varphi_0 - \cos(N_{BV} t + \varphi_0)] = \\ &= \sqrt{(h_{T0})^2 + \frac{(w_{0i})^2}{\alpha g \Delta\gamma}} [\cos \varphi_0 - \cos(N_{BV} t + \varphi_0)] \end{aligned} \quad (20)$$

Таким образом, частицы воздуха колеблются с амплитудой

$$z_{\max i} = \frac{w_{\max i}}{N_{\text{BV}}} = \sqrt{(h_{T0})^2 + \frac{(w_{0i})^2}{\alpha g \Delta \gamma}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_0 T}{\Delta \gamma}\right)^2 + \frac{(w_{0i})^2}{\alpha g \Delta \gamma}}, \quad (21)$$

то есть на склонах их периодические отклонения от положения равновесия усиливаются.

Как и в предыдущих примерах, ключевую роль играет $\Delta \gamma$. При $\Delta \gamma \rightarrow 0$ наличие даже малой крутизны поверхности $\text{tg } \varphi$ приводит к тому, что $w_{0i} \neq 0$, а значит, происходят отклонения частиц на большие расстояния от положения равновесия (21). То же самое происходит при $\Delta T \neq 0$. В целом, для возникновения колебаний необходимо: 1) $\Delta \gamma \neq 0$; 2) $\Delta T \neq 0$ или $w_{0i} \neq 0$.

Построим графики зависимостей $w_i(t)$ и $\Delta T_i(t)$, когда рассматривается воздух вблизи горизонтальных и наклонных участков G_i и сравним эти случаи. Также зададим $\Delta \gamma \sim \Delta \gamma_{\text{станд}}$ и $\Delta \gamma \ll \Delta \gamma_{\text{станд}}$ то есть исследуем, что происходит при $\Delta \gamma \rightarrow 0$. Пусть $\Delta_0 T = 1 \text{ K}$ (во всех примерах), $w_{01} = 0$ (горизонт), $w_{02} = 9 \text{ м/с}$ (склон), $\Delta \gamma_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ K/м}$ ($\Delta \gamma_1 = \Delta \gamma_{\text{станд}}$), $\Delta \gamma_2 = 10^{-5} \text{ K/м}$ ($\Delta \gamma_2 = \frac{\Delta \gamma_{\text{станд}}}{400}$). Из рисунка 2 видно, что на горизонте в обоих случаях зависимости описываются выражениями (18) – (19). На склонах при $\Delta \gamma \sim \Delta \gamma_{\text{станд}}$ стоит учитывать возникающие вертикальные воздушные потоки вблизи поверхности w_{0i} и динамический нагрев $\Delta T_{\varphi i}$, т.е. $w_i(t)$ и $\Delta T_i(t)$ характеризуются (13) – (14). Если же $\Delta \gamma \ll \Delta \gamma_{\text{станд}}$, то получаем графики, описываемые в целом (18) – (19), однако лишь с той поправкой, что начальная скорость равна w_{0i} , которая не сказывается заметно на сдвиге фаз и суммарной амплитуде. Значит, рисунок 1 подтверждает, что при $\Delta \gamma \rightarrow 0$ орография всё слабее влияет на амплитудные значения температуры и скорости.

Можно заметить, что при уменьшении $\Delta \gamma$ период колебаний будет возрастать, т.к. частота N_{BV} уменьшается, что видно из (9). Кроме того, при фиксированных начальных условиях, когда $\Delta \gamma \rightarrow 0$, суммарное значение амплитуды скорости будет резко возрастать, а разности температур – убывать до значения $\Delta_0 T$, что видно из выра-

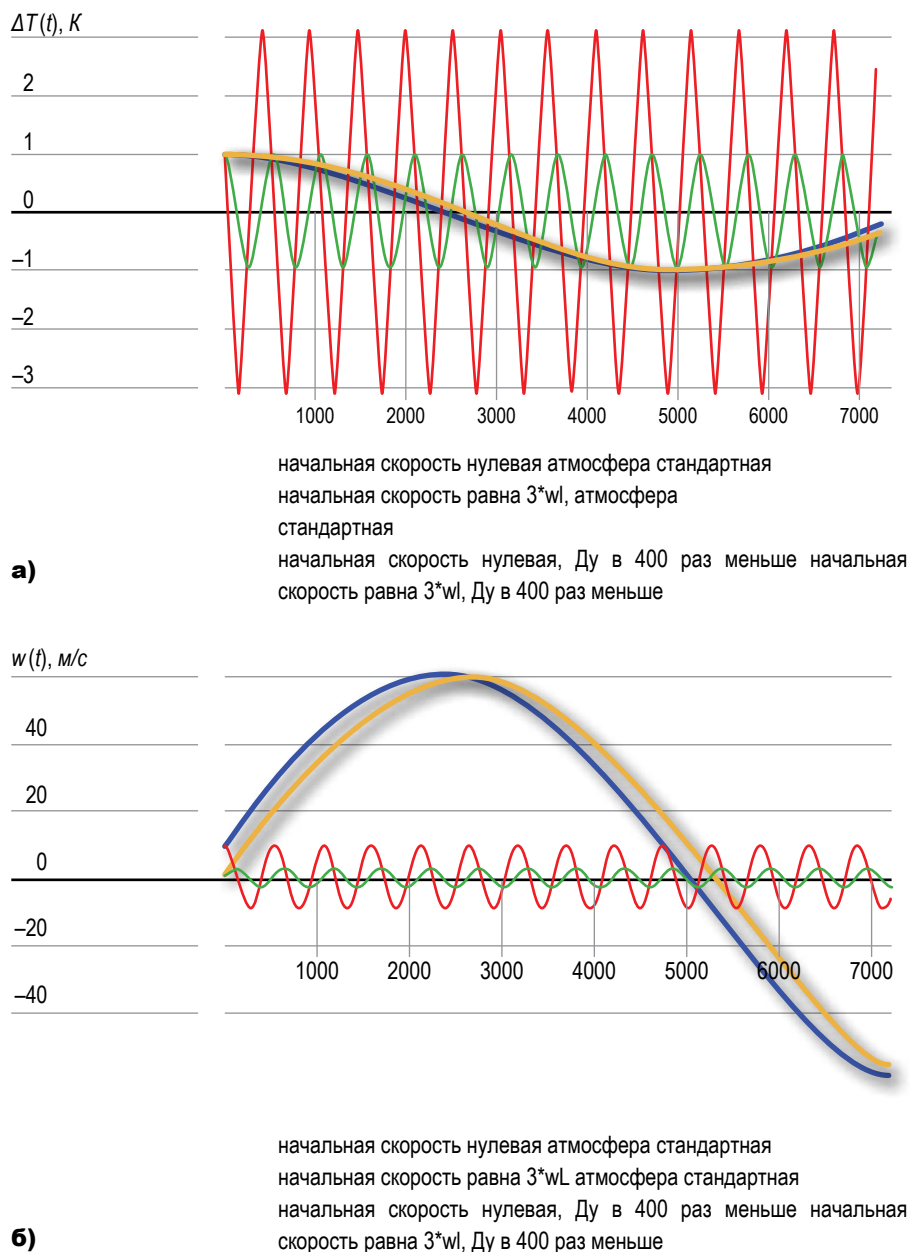


Рис. 1.

Колебания разности температур и скорости на различных типах поверхностей (когда атмосфера стандартная и когда $\Delta y \rightarrow 0$): а) колебания $\Delta T_i(t)$; б) колебания $w_i(t)$.

Fig. 1. Oscillations of the temperature difference and velocity on various types of surfaces (when the atmosphere is standard and when $\Delta y \rightarrow 0$): a) oscillations $\Delta T_i(t)$; b) oscillations $w_i(t)$.

жений (15)–(16) и рисунке 1. А это значит, что даже на склонах при $\Delta_0 T = 0$ колебания разности температур будут практически нулевыми (18).

Влияние суточного вращения Земли

Теперь учтём суточные колебания температур, обусловленные вращением Земли вокруг своей оси, с частотой $\omega_0 \approx 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$. Иначе говоря, планета будет подвергаться воздействию со стороны Солнца, периодически меняющееся в течение суток [10, 12]. Тогда решениями уравнений колебаний (12), характеризующие зависимости $w(t)$ и $\Delta T(t)$, являются выражения:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_{\max} \cos(N_{\text{BV}} t + \varphi_{0j}) - \frac{\omega_0^2}{N_{\text{BV}}^2 - \omega_0^2} \Delta T_0 \cos(\omega_0 t + \phi_0), \quad (22)$$

$$\overline{w}(t) = w_{\max} \sin(N_{\text{BV}} t + \varphi_0) - \frac{\omega_0}{N_{\text{BV}}^2 - \omega_0^2} \alpha g \Delta T_0 \sin(\omega_0 t + \phi_0). \quad (23)$$

Так как $\overline{w}(t) = \frac{dz}{dt}$, то зависимость координат частиц от времени из (23) равна:

$$z_i(t) = z_{\max i} [\cos \varphi_0 - \cos(N_{\text{BV}} t + \varphi_0)] - \frac{\alpha g \Delta T_0}{N_{\text{BV}}^2 - \omega_0^2} [\cos \phi_0 - \cos(\omega_0 t + \phi_0)]. \quad (24)$$

Для стандартной атмосферы вращение Земли вокруг своей оси не играет существенной роли при рассмотрении колебаний разности температур и скорости, то есть выражения (22)–(23) переходят к виду (13)–(14). Однако это сказывается на движении частиц воздуха.

Можно показать, что при $N_{\text{BV}} - \omega_0 \rightarrow 0$ происходит возрастание амплитуд колебаний, что видно из выражений (22) – (24). Рассмотрим колебания разности температур $\overline{\Delta T}(t)$ при наличии внешних воздействий более подробно (22), в том числе биения и резонанс, для которых справедливы следующие соотношения:

$$N_{\text{BV}} = \omega_0 + \Delta\omega, \quad \left| \frac{\Delta\omega}{\omega_0} \right| \ll 1 - \text{наблюдаются биения}, \quad (25)$$

где $\Delta\omega$ – разница между ω_0 и N_{BV} , которая очень мала;

$$N_{BV} = \omega_0 \quad - \text{условие возникновения резонанса.} \quad (26)$$

Введём резонансную разность градиента температур из равенств (9) и (26):

$$\Delta\gamma_{\text{рез}} = \frac{\omega_0^2}{\alpha g}. \quad (27)$$

Например, при $T_{0e} = 273 \text{ K}$ ($\alpha = 1/T$) получаем значение $\Delta\gamma_{\text{рез}} \approx 1,443 \cdot 10^{-7} \text{ K/м}$. Положим в настоящей работе, что $\alpha = \text{const}$.

Сделаем замечание: для биений и резонанса $\Delta\gamma \sim \Delta\gamma_{\text{рез}}$, причём $\Delta\gamma_{\text{рез}} \ll \Delta\gamma_{\text{станд}}$, т.е. выполняются условия, соответствующие $\Delta\gamma \rightarrow 0$ (17).

Отметим также, что при рассмотрении резонанса (26) выражение (22) теряет смысл. Поэтому решение 1-ого уравнения (12), с учётом (26), принимает вид (будем для удобства считать, что $\varphi_0 = 0$) [3]:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_{\text{max}} \cos(\omega_0 t) - \frac{\omega_0 t}{2} \Delta T_0 \cos(\omega_0 t) = \left[\Delta T_{\text{max}} - \frac{\omega_0 t}{2} \Delta T_0 \right] \cos(\omega_0 t). \quad (28)$$

При рассмотрении биений (25) получаем, что

$$N_{BV}^2 = (\omega_0 + \Delta\omega)^2 \approx \omega_0^2 + 2\omega_0 \Delta\omega,$$

и тогда выражение для колебаний (22) принимает вид:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_{\text{max}} \cos(N_{BV} t) - \frac{\omega_0}{2\Delta\omega} \Delta T_0 \cos(\omega_0 t), \quad (29)$$

Определим роль величины $\Delta\gamma$ при рассмотрении колебаний. Её удобно сравнивать с $\Delta\gamma_{\text{рез}}$, то есть отнимем (9) и (27) друг от друга:

$$\Delta\gamma - \Delta\gamma_{\text{рез}} = \frac{N_{BV}^2 - \omega_0^2}{\alpha g}.$$

Учитывая связь (27), удобно ввести параметр ε :

$$\varepsilon = \frac{\Delta\gamma - \Delta\gamma_{\text{рез}}}{\Delta\gamma_{\text{рез}}} = \frac{N_{BV}^2 - \omega_0^2}{\omega_0^2}. \quad (30)$$

Для биений (25) получаем:

$$\varepsilon_{\text{биен}} = \frac{\Delta\gamma_{\text{биен}} - \Delta\gamma_{\text{рез}}}{\Delta\gamma_{\text{рез}}} \approx \frac{2\Delta\omega}{\omega_0}, \text{ причём } \varepsilon_{\text{биен}} \ll 1. \quad (31)$$

В общем случае выражения (22), (28) – (29) удобно представить в виде:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_{\text{max}} \cos(N_{\text{BV}}t) - \frac{1}{\varepsilon} \Delta T_0 \cos(\omega_0 t), \quad (32)$$

где при $\varepsilon = 0$ (резонанс) делается замена $\varepsilon \rightarrow \varepsilon_{\text{рез}}(t) = \frac{2}{\omega_0 t}$ (28); при остальных значениях ε определяется выражениями (30) – (31).

Проанализируем, когда происходит возрастания амплитуды. Рассмотрим биения на примере, когда амплитуды складываемых колебаний равны:

$$\Delta T_{\text{max}} = \frac{1}{\varepsilon_{\text{биен0}}} \Delta T_0 \text{ или } \Delta T_0 = \varepsilon_{\text{биен0}} \Delta T_{\text{max}}, \quad (33)$$

где параметр $\varepsilon_{\text{биен0}}$ – это такое значение $\varepsilon_{\text{биен}}$, при котором справедливо (33).

При фиксированных ΔT_0 и $\Delta T_{\text{max}} - \varepsilon_{\text{биен0}} = \text{const}$. Иначе говоря, при единственном значении $\Delta\gamma_{\text{биен0}}$ происходят биения с равными складываемыми амплитудами (30), (33), т.е. $\varepsilon_{\text{биен0}}$ – ключевой параметр.

Тогда выражение (29) принимает вид [9]:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_{\text{max}} [\cos(N_{\text{BV}}t) - \cos(\omega_0 t)] = 2\Delta T_{\text{max}} \sin\left(\frac{\Delta\omega}{2}t\right) \sin(\omega_0 t), \quad (34)$$

Период биений:

$$\omega_{\text{биен}} = \frac{\Delta\omega}{2} = \frac{2\pi}{T_{\text{биен}}}; \quad (35)$$

$$T_{\text{биен}} = \frac{4\pi}{\Delta\omega} = \frac{4\pi}{\left(\frac{\varepsilon_{\text{биен}}\omega_0}{2}\right)} = \frac{8\pi \cdot \Delta\gamma_{\text{рез}}}{\omega_0} \frac{1}{\Delta\gamma - \Delta\gamma_{\text{рез}}}$$

В общем, при уменьшении $\Delta\omega$, $\Delta\gamma$ – период биений растёт. Амплитуда биений при равных амплитудах:

$$\Delta T_{\text{перем}}(t) = 2\Delta T_{\text{max}} \sin\left(\frac{\Delta\omega}{2}t\right).$$

Если же складываемые амплитуды не равны ($\Delta\gamma_{\text{биен}} \pm \Delta\gamma_{\text{рез}}$), то удобно ввести коэффициент соотношения

$$\eta = \frac{\left(\frac{\Delta T_0}{\varepsilon_{\text{биен}}}\right)}{\Delta T_{\text{max}}} = \frac{\varepsilon_{\text{биен0}}}{\varepsilon_{\text{биен}}} = \frac{\Delta\omega_{\text{биен0}}}{\Delta\omega_{\text{биен}}} = \frac{\Delta\gamma_{\text{биен0}} - \Delta\gamma_{\text{рез}}}{\Delta\gamma_{\text{биен}} - \Delta\gamma_{\text{рез}}},$$

где $\varepsilon_{\text{биен0}} = \frac{\Delta T_0}{\Delta T_{\text{max}}} - \varepsilon_{\text{биен}}$ при равных амплитудах ($\eta = 1$),

что следует из (33). Тогда выражение (34) принимает вид:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_{\text{max}} \left[\cos(N_{\text{BV}}t) - \eta \cos(\omega_0 t) \right], \quad (36)$$

Рассмотрим подробнее примеры при различных η , но постоянных ΔT_0 и ΔT_{max} (т. е. $\varepsilon_{\text{биен0}} = \text{const}$). Перезапишем выражение (36) виде:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_{\text{max}} \left[\cos\left(\left(1 + \frac{\varepsilon}{2}\right)\omega_0 t\right) - \eta \cos(\omega_0 t) \right] -$$

из (25), (31) и построим графики.

Пусть $\varepsilon_{\text{биен0}} = 0,1$ ($\Delta\gamma = 1,587 \cdot 10^{-7}$ К/м) и $\Delta T_{\text{max}} = 1$ К. На рисунке 2 видно, что если уменьшать $\varepsilon_{\text{биен}}$ (или $\Delta\omega/\omega$, $\Delta\gamma \rightarrow \Delta\gamma_{\text{рез}}$), то амплитуда возрастет в $\eta \pm 1$ раз, и будет колебаться в этих пределах [3]. Поэтому при $\eta \gg 1$ график биений напоминает гармонические колебания с большими (но при этом практически постоянными) амплитудами, т. е. зависимость (36) принимает вид:

$$\overline{\Delta T}(t) \approx -\eta \Delta T_{\text{max}} \cos(\omega_0 t), \quad (37)$$

Значит, резонанс не наступает, т. к. амплитуда в течение времени меняется не более, чем в 2 два раза (что происходит при $\varepsilon_{\text{биен}} = \varepsilon_{\text{биен0}}$). Также видно, что период биений обратно пропорционален $\varepsilon_{\text{биен}}$, т. е. возрастает, что было указано выше (35).

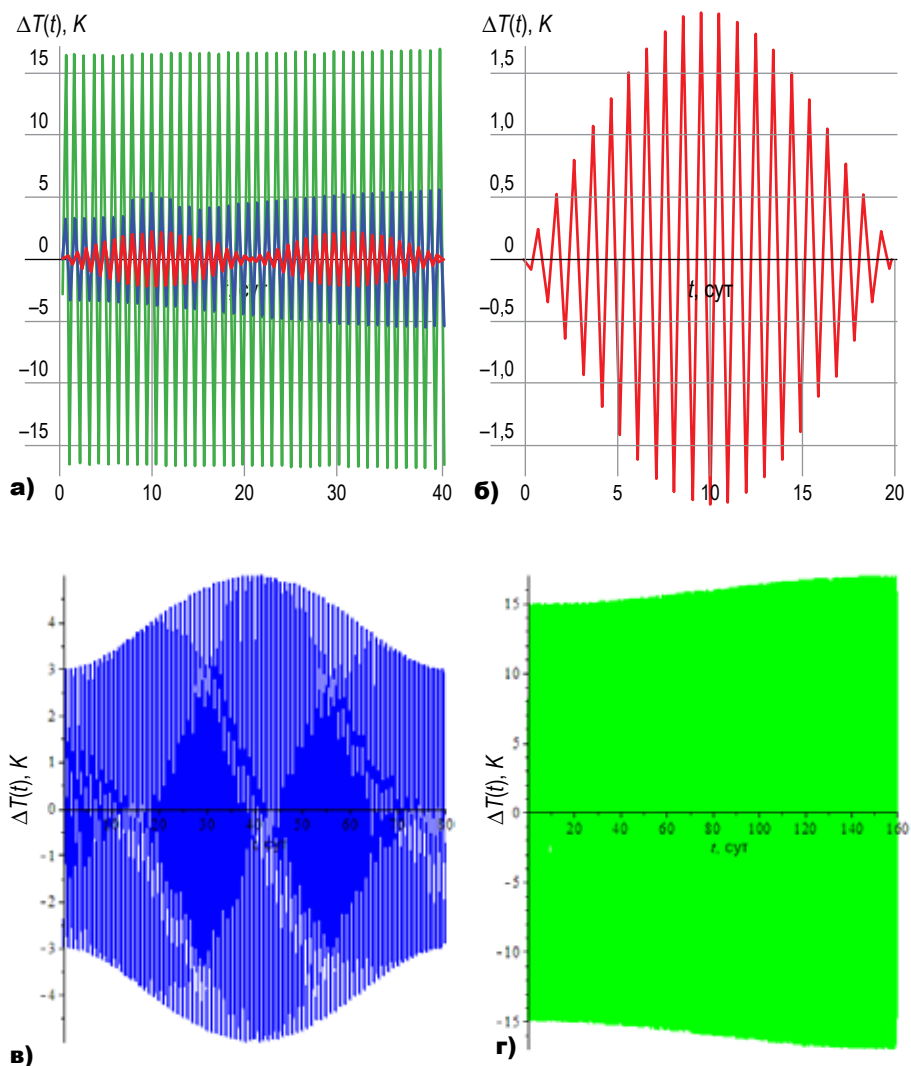


Рис. 2.

Сравнение биений ($\varepsilon = 0,025$ и $\varepsilon = 0,00625$ при $\varepsilon_0 = 0,1$) разности температур:

а) общий вид, $\varepsilon_{\text{биен}0} = 0,1$, $\Delta\gamma_{\text{рез}} = 1,447 \cdot 10^{-7}$ К/м;

б) $\eta = 1$; $\varepsilon_{\text{биен}} = 0,1$, $\Delta\gamma_{\text{рез}} = 1,587 \cdot 10^{-7}$ К/м, 40 сут. (период);

в) $\eta = 4$, $\varepsilon_{\text{биен}} = 0,025$, $\varepsilon_{\text{биен}0} = 0,1$, $\Delta\gamma_{\text{рез}} = 1,479 \cdot 10^{-7}$ К/м, 160 сут.;

г) $\eta = 16$, $\varepsilon_{\text{биен}} = 0,00625$, $\Delta\gamma = 1,452 \cdot 10^{-7}$ К/м, 640 сут.

Fig. 2. Comparison of the beats ($\varepsilon = 0,025$ and $\varepsilon = 0,00625$ at $\varepsilon_0 = 0,1$) the temperature difference:

a) general view, $\varepsilon_{\text{биен}0} = 0,1$, $\Delta\gamma_{\text{рез}} = 1,447 \cdot 10^{-7}$ К/м;

b) $\eta = 1$; $\varepsilon_{\text{биен}} = 0,1$, $\Delta\gamma_{\text{рез}} = 1,587 \cdot 10^{-7}$ К/м, 40 days. (period);

c) $\eta = 4$, $\varepsilon_{\text{биен}} = 0,025$, $\varepsilon_{\text{биен}0} = 0,1$, $\Delta\gamma_{\text{рез}} = 1,479 \cdot 10^{-7}$ К/м, 160 days.;

d) $\eta = 16$, $\varepsilon_{\text{биен}} = 0,00625$, $\Delta\gamma = 1,452 \cdot 10^{-7}$ К/м, 640 days.

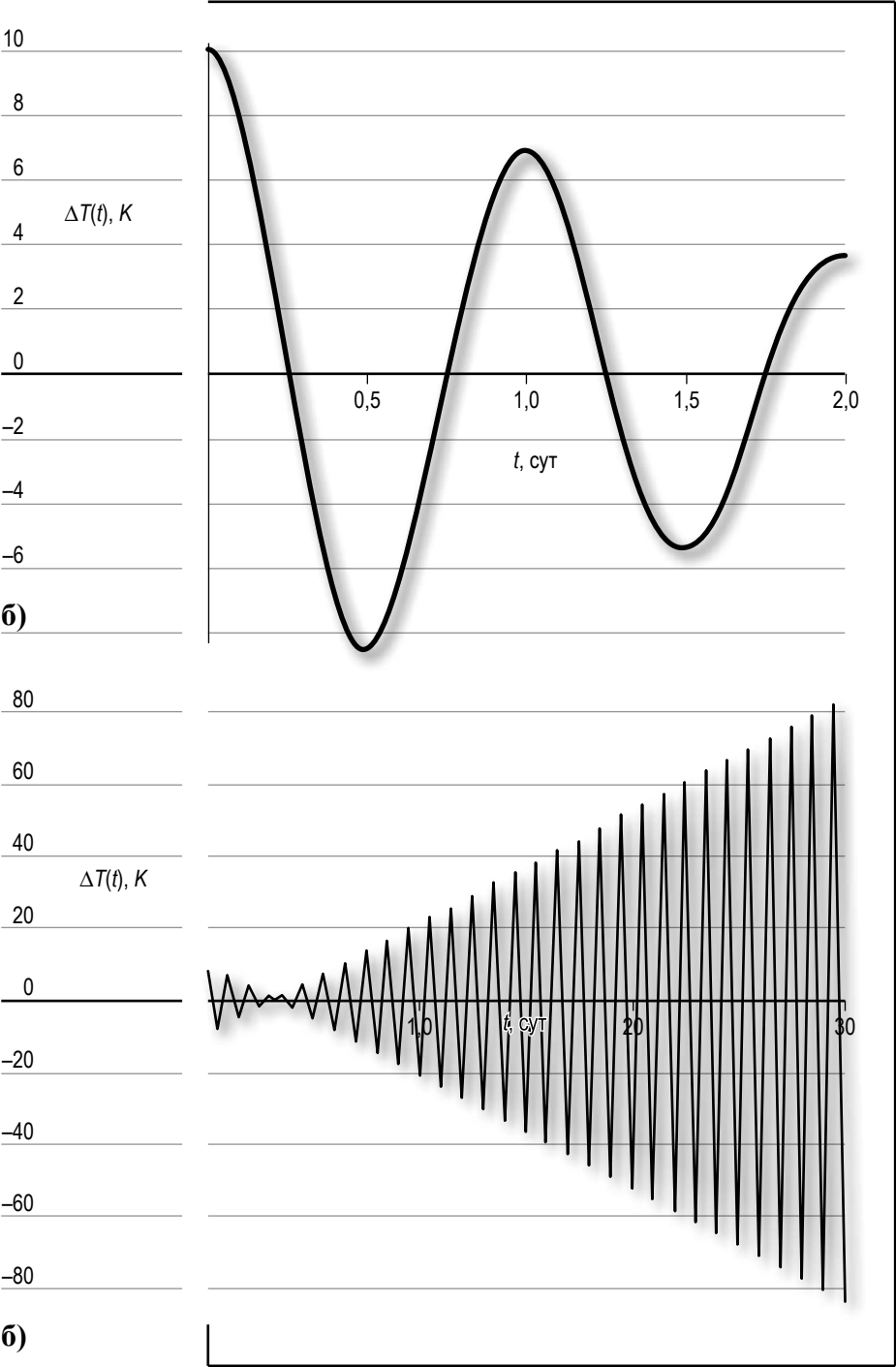


Рис. 3. Колебания при:
 $\Delta T_0 = 1\text{ K}$, $\Delta T_{\max} = 10\text{ K}$, $N_{BV} = \omega_0$, а) $t < t_p$; б) $t \gg 2t_p$.
Fig. 3. $\Delta T_0 = 1\text{ K}$, $\Delta T_{\max} = 10\text{ K}$, $N_{BV} = \omega_0$, а) $t < t_p$; б) $t \gg 2t_p$.

Основное условие резонанса: $\Delta\gamma = \Delta\gamma_{\text{рез}} = 1,443 \cdot 10^{-7}$ К/м. Также для его наступления необходим некоторый промежуток времени (28). Покажем это подробнее.

Введём коэффициент соотношения $n = \frac{\Delta T_{\text{max}}}{\Delta T_0}$. Тогда (23) выражение:

$$\overline{\Delta T}(t) = \Delta T_0 \left[n - \frac{\omega_0 t}{2} \right] \cos(\omega_0 t). \quad (38)$$

$$\text{Соответственно, } \Delta T_{\text{перем}}(t) = \Delta T_0 \left[n - \frac{\omega_0 t}{2} \right] = \Delta T_0 \left[n - \frac{\pi t}{P} \right],$$

где $P = 24$ ч – период осевого вращения Земли.

Амплитуда колебаний будет уменьшаться в течение некоторого времени $t_p = n/\pi$ сут. и затем поменяет знак (рис. 3). Резонанс происходит при:

$$t \gg \frac{2n}{\pi} \text{ сут.} \quad (39)$$

В этом случае допустимо приближение:

$$\overline{\Delta T}(t) \approx -\frac{\omega_0 t}{2} \Delta T_0 \cos(\omega_0 t).$$

то есть спустя значительное время соотношение n не играет какой-либо существенной роли, важно только значение амплитуды суточных перепадов температур ΔT_0 .

Таким образом, мы рассмотрели изменение амплитудных характеристик колебаний при различных частотах N_{BV} , которая зависит от $\Delta\gamma$. Реальные колебания гораздо сложнее, так как в них происходят колебания с переменными частотами, потому что на различных высотах может быть своё значение $\Delta\gamma$. Осевое вращение Земли играет особую роль при $\Delta\gamma$, которые порядка $\Delta\gamma_{\text{рез}}$, т. к. происходят биения и резонанс.

Если же $N_{\text{BV}} \ll \omega_0$, то колебания происходят только за счёт вращения планеты вокруг своей оси (табл. 1).

Таблица 1.

НАБЛЮДАЕМЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТАХ
БРЕНТА-ВЯЙСЯЛЯ И ГРАДИЕНТАХ ТЕМПЕРАТУР

Table 1. Observed phenomena at different Brent–Väisäl frequencies and
temperature gradients

Частоты	$\Delta\gamma$	Явление
$N_{BV} \gg \omega_0$	$\Delta\gamma \gg \Delta\gamma_{рез}$	суточные перепады температуры не играют роли
$N_{BV} \sim \omega_0$	$\Delta\gamma \sim \Delta\gamma_{рез}$	биения
$N_{BV} = \Delta\omega_0$	$\Delta\gamma = \Delta\gamma_{рез}$	резонанс
$N_{BV} \ll \omega_0$	$\Delta\gamma \ll \Delta\gamma_{рез}$	колебания происходят за счёт суточных перепадов температуры

Выводы

Показано, что в стандартной атмосфере осевое вращение планеты не сказывается на колебательных процессах в атмосфере, при этом учитывается рельеф местности. Однако имеет место быть случай, когда разница между вышеуказанными частотами крайне мала или нулевая (это возможно при $\Delta\gamma \ll \Delta\gamma_{станд}$). Тогда происходит возрастание амплитуды колебаний, т.е. биения или резонанс. В этих случаях орографию можно не брать во внимание при рассмотрении колебаний скорости и температур: динамический нагрев оказывается очень малым, а собственные амплитуды скорости значительно больше скоростей вертикальных воздушных потоков, вызванных рельефом. В целом, можно выделить следующие закономерности:

- 1)
- Частота Брента–Вяйсяля N_{BV} связана с разностью градиента температур $\Delta\gamma$ зависимостью (9), и при стандартных условиях эти величины равны $\Delta\gamma_{станд} = 0,004\text{ К/м}$ и $N_{BV\text{станд}} = 0,012\text{ с}^{-1}$. Следовательно, вращение Земли вокруг своей оси обычно не сказывается на атмосферных колебаниях скорости и разности температур, так как её циклическая частота $\omega_0 \approx 7,27 \cdot 10^{-5}\text{ с}^{-1}$, т.е. $N_{BV} \ll \omega_0$.

- 2) При рассмотрении воздуха вблизи поверхности земли особое внимание уделяют рельефу. Он влияет на колебательные процессы следующим образом: чем больше угол наклона поверхности к горизонту φ_i , тем выше скорость восходящих потоков w_0 , а значит, тем сильнее динамический нагрев $\Delta T_{\varphi i}$, что приводит к возрастанию амплитуд $\Delta T_{\max i}$ и $w_{\max i}$.
- 3) В случае, когда $\Delta \gamma \gg \Delta \gamma_{\text{рез}}$ (или $\Delta \gamma \rightarrow 0$), особенностям поверхности земли можно не придавать значения из-за малого динамического нагрева $\Delta T_{\varphi i}$ при стандартных скоростях w_0 .
- 4) Соответственно, при $\frac{\Delta \omega}{\omega} \rightarrow 0$ происходит возрастание амплитуды, что сначала приводит к биениям ($\Delta \gamma \gg \Delta \gamma_{\text{рез}}$), а затем, при дальнейшем уменьшении этого соотношения, к резонансу ($\Delta \gamma = \Delta \gamma_{\text{рез}}$). Их условия возникновения определяются выражениями (25)–(26), то есть зависят от $\Delta \omega$ (также, соответственно, от $\Delta \gamma$, что видно из (30)–(31)). Кроме того, для наступления резонанса необходимо время (41).

Благодарности

Работа поддержана Северо-Кавказским центром математических исследований по соглашению № 075-02-2021-1749 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Библиографический список

1. Блейк Д., Робсон Р. Физические основы динамики атмосферы и метеорологии. Долгопрудный: Интеллект, 2016. 159 с.
2. Дашко Н. А. Курс лекций по синоптической метеорологии, Владивосток: ДВГУ, 2005. 523 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. 4-е изд., испр. Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 215 с. (т. I).

4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Гидродинамика. 3-е изд., испр. Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 736 с. (т. VI).
5. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 2000. 752 с.
6. Полянская Н. Е., Закинян Р. Г. Исследование влияния рельефа Ставропольского края на динамику тепловой конвекции // Наука. Инновации. Технологии. № 2. 2013. С. 35–42.
7. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. Москва: Наука, 1984. 432 с.
8. Рыжков Р.Д., Аванесян К.С., Смирнова Л.Н., Закинян Р.Г. Двумерная модель тепловой конвекции сухого воздуха в атмосфере // Наука. Инновации. Технологии. №1. 2019. С. 117–130.
9. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1: Механика, колебания и волны, молекулярная физика. Москва: Наука, 1970. 517 с.
10. Сидоренков Н.С. Небесно-механические причины изменений погоды и климата. Москва: Геофизические процессы и биосфера. 2015, №3, Т. 14. С. 5-26.
11. Симахина М. А. Условия возникновения и методика расчета параметров конвекции в атмосфере: диссертация кандидата физико-математических наук: 25.00.30 [Место защиты: Высокогор. геофиз. ин-т]. Ставрополь, 2010. 181 с.
12. Sidorenkov N.S. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. Weinheim. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. 317 p.

References

1. Blake D., Robson R. Physical foundations of atmospheric dynamics and meteorology. Dolgoprudny: Intellect, 2016. 159 p.
2. Dashko N.A. Course of lectures on synoptic meteorology, Vladivostok: FENU, 2005. 523 p.
3. Landau L.D., Lifshits E.M. Mechanics. 4th ed., Rev. M.: Science. Ch. ed. phys.-mat. lit., 1988. 215 p. (vol. I).
4. Landau L. D., Lifshits E.M. Theoretical physics. Hydrodynamics. 3rd ed., Rev. M.: Science. Ch. ed. phys.-mat. lit., 1986. 736 p. (vol. VI).
5. Matveev L.T. General Meteorology Course. Physics of the atmosphere. L.: Gidrometeoizdat, 2000. 752 p.

6. Polyanskaya N.E., Zakinyan R.G. Research of influence of a relief of Stavropol Krai on dynamics of thermal convection // Science. Innovations. Technologies. № 2. 2013. P. 35–42.
7. Rabinovich M.I., Trubetskov D.I. Introduction to the theory of vibrations and waves. - Moscow: Nauka, 1984. 432 p.
8. Ryzhkov R.D., Avanesyan K.S., Smirnova L.N., Zakinyan R.G. To the two-dimensional model of heat convection of dry air in the atmosphere // Science. Innovations. Technologies. №1. 2019. P. 117–130.
9. Saveliev I.V. General Physics Course. Vol. 1: Mechanics, oscillations and waves, molecular physics. M.: Nauka, 1970. 517 p.
10. Sidorenkov N.S. Celestial-mechanical factors of the weather and climate change. Moscow: Geophysical Processes and the Biosphere. 2015, №. 3., Vol. 14. P. 5–26.
11. Simakhina M.A. Conditions of occurrence and method of calculating the parameters of convection in the atmosphere: dissertation of the candidate of physical and mathematical sciences: 25.00.30 [Place of protection: Vysokogor. geophys. in-t]. Stavropol, 2010. 181 p.
12. Sidorenkov N.S. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. Weinheim. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. 317 p.

**Поступило в редакцию 28.12.2021,
принята к публикации 25.01.2022**

Об авторах

Афанасьев Игорь Сергеевич, студент направления 03.04.02 Физика, физико-технического факультета Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон 8-906-469-86- 97
E-mail: afanasevigor278@gmail.com.

Закинян Роберт Гургенович,
доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры теоретической и математической физики физико-технического факультета Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон (8652)330660
E-mail: zakinyan@mail.ru

About the authors

Afanasyev Igor Sergeevich, student of the direction 03.04.02 Physics,
Faculty of Physics and Technology of the North Caucasus
Federal University.
Phone 8-906-469-86- 97
E-mail: afanasevigor278@gmail.com.

Zakinyan Robert Gurgenovich,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor, Professor of the Department of Theoretical and
Mathematical Physics of the Faculty of Physics and Technol-
ogy of the North Caucasus Federal University.
Phone (8652)330660
E-mail: zakinyan@mail.ru.

25.00.30
УДК 551.576.001.57

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Шилин А.Г.,

ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун»,
Россия, e-mail: a@metal-profi.ru

Хучунаев Б.М.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Россия,
e-mail: buzgigit@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ ЛЬДООБРАЗУЮЩЕГО АЭРОЗОЛЯ

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.1.5

Введение.

Достигнутая на данный момент эффективность пиротехнических генераторов льдообразующего аэрозоля в расчете на грамм чистого йодистого серебра при температуре переохлажденной облачной среды минус 10 °C составляет $1E+14$. Между тем, поскольку на настоящий момент имеются данные об активности частиц йодистого серебра размером 50 нм при этой температуре и, учитывая, что из 1 г йодистого серебра может быть получено ориентировочно $1E+19$ частиц такого размера, имеются основания предполагать о значительном увеличении эффективности существующих пиротехнических составов. В данной работе исследованы пути увеличения эффективности существующих пиротехнических генераторов и средств активного воздействия.

Материалы и методы исследования.

Проводились лабораторные эксперименты по физическому моделированию процессов горения пиротехнических составов под влиянием различных условий. Анализировались спектры продуктов горения пиротехнических составов, полученных при исследовании режимов работы генераторов и вариантов конструкции генераторов.

Результаты исследования и их обсуждение.

Проанализированы факторы, влияющие на изменение спектров горения пиротехнических составов генераторов льдообразующего аэрозоля. Показано, что скорость обдува в значительной степени изменяет спектр аэрозоля; увеличение числа сопловых отверстий и организация сносящего режима смешения газовых струй приводят к увеличению выхода активных частиц в диапазоне размеров 50–70 нм; увеличение рабочего давления, при котором функционирует генератор, приводит к увеличению процента йодистого серебра, перешедшего в фазу пара без разложения примерно в два раза.

Выводы.

Представлены результаты экспериментов по увеличению выхода активных льдообразующих частиц при работе пиротехнических генераторов под влиянием следующих факторов: изменение скорости обдува пиротехнического генератора; изменение геометрии струй, образованных при горении генератора; изменение направления обдува факела; изменение содержания йодистого серебра в продуктах горения.

Ключевые слова:

льдообразующий аэрозоль, льдообразующие реагенты, активные воздействия, противоградовые средства.

Shilin A., Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Research and Production Association «Typhoon», e-mail: a@metal-profi.ru
Khuchunaev B. Federal State Budgetary Institution «High-Mountain Geophysical Institute», e-mail: buzzigit@mail.ru

Possibilities of Increasing the Efficiency of Pyrotechnical Generators of Ice-Forming Aerosol

Introduction. The currently achieved efficiency of pyrotechnic generators of ice-forming aerosol, calculated on pure silver iodide, is $1E+14$ active particles at a temperature of minus 10°C . Meanwhile, since there is currently data on the activity of silver iodide particles with a size of 50 nm at this temperature and below, and given that approximately $1E+19$ particles of this size can be obtained from 1 g of silver iodide, there is reason to assume a significant increase in the efficiency of existing pyrotechnic compositions. In this work, the ways of increasing the efficiency of existing pyrotechnic generators and means of active influence are investigated.

Materials and methods

of the research. Laboratory experiments were carried out on the physical modeling of the combustion processes of pyrotechnic compositions under the influence of various conditions. The spectra of the combustion products of pyrotechnic compositions obtained in the study of the operating modes of the generators and the variants of the generator design were analyzed.

The results of the study and their discussion.

The factors influencing the change in the combustion spectra of the pyrocompositions of the generators of ice-forming aerosol are analyzed. It is shown that the blowing speed significantly changes the aerosol spectrum; an increase in the number of nozzle openings and the organization of the drift mixing mode of gas jets lead to an increase in the yield of active particles in the size range of 50-70 nm; an increase in the operating pressure at which the generator operates leads to an increase in the percentage of silver iodide that has passed into the vapor phase without decomposition by about two times.

Conclusions. The results of experiments on increasing the yield of active ice-forming particles during the operation of pyrotechnic generators under the influence of the following factors are presented: change in the blowing speed of the pyrotechnic generator; changing the geometry of the jets formed during the combustion of the generator; changing the direction of blowing the torch; change in the content of silver iodide in combustion products.

Key words: Ice-forming aerosol, ice-forming reagents, active influences, anti-hail agents.

Введение

Имеющиеся на данный момент лучшие пиротехнические составы характеризуются следующим выходом активных льдообразующих частиц получаемые с одного грамма пиротехнического состава (табл. 1).

Таблица 1.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ
ПРИ МИНУС 10 °С.

Table 1. Efficiency of pyrotechnical compositions at minus 10 °C

Состав (производитель/ источник данных)	AgI	N на грамм состава	N на грамм AgI
АД-1 «Чебоксарское производственное объединение им В.И. Чапаева», Россия	8%	2E + 13	2,5E + 14
ICE «Ice Crystal Engeneering», США	11,5 %	3E + 13	2,5E + 14

Однако с учетом имеющихся в настоящее время данных об практически 100%-ной активности частиц йодистого серебра диаметром 50 нм при минус 10 °С, возможно предполагать получение значительно большей эффективности пиросоставов с таким содержанием AgI (рис. 1).

Таким образом, предельное количество аэрозольных частиц данного размера, которое теоретически возможно получить с 1 грамма йодистого серебра составляет величину порядка 10^{19} , то есть превышающую реально достигнутую на данный момент величину выхода ориентировочно на 5 порядков. В данной работе будут рассмотрены возможные варианты увеличения выхода активных льдообразующих частиц при работе пиротехнических генераторов.

Материалы и методы исследования

В практике активных воздействий ключевое значение имеет эффективность применяемых генераторов и пиротехнических составов. Практически с момента открытия принципов проведения активных воздействий посредством реализации процесса фазовой неустойчивости переохлаждённой двухфазной среды и принципов действия льдообразующих реагентов [2], проведен гига-

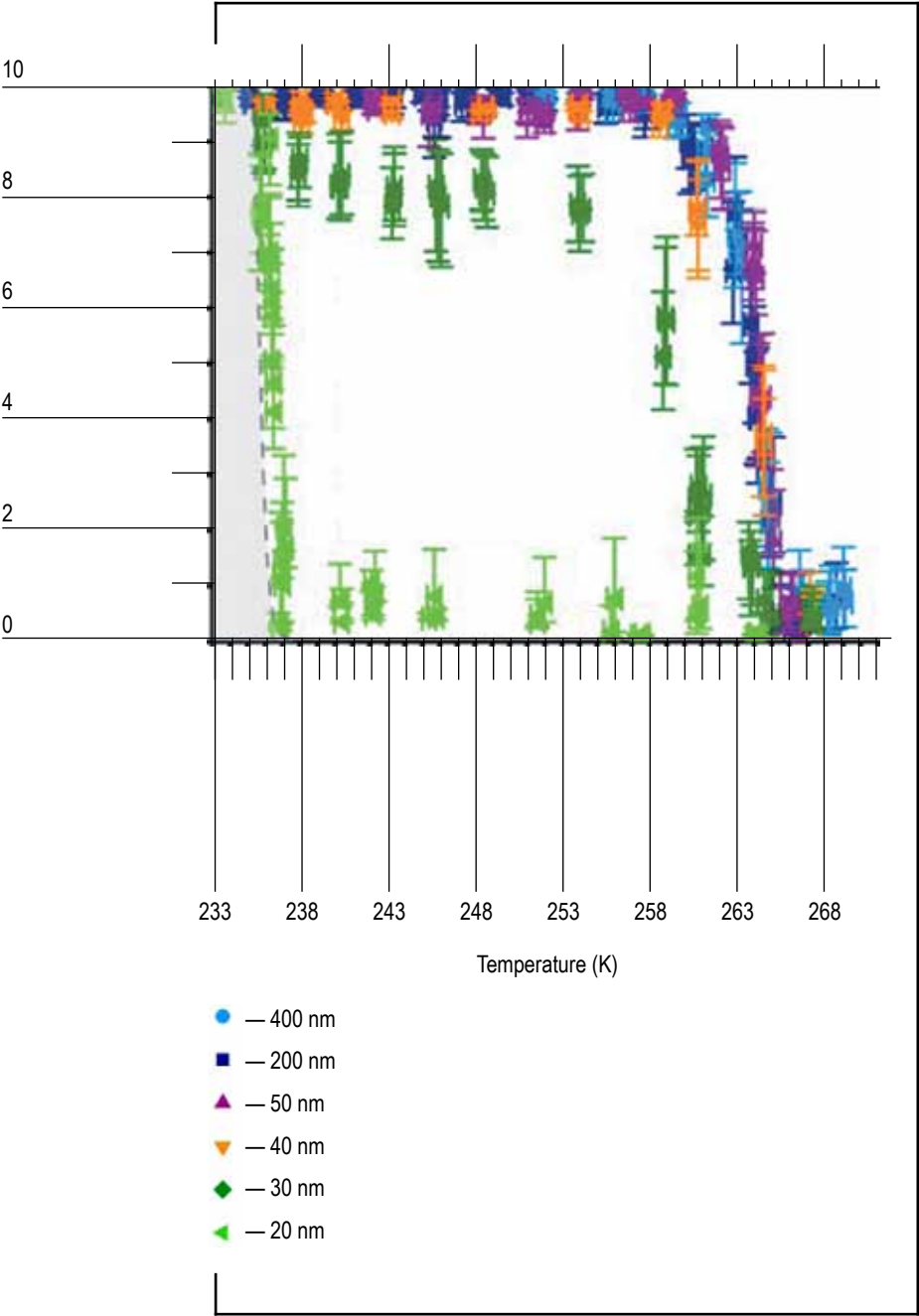


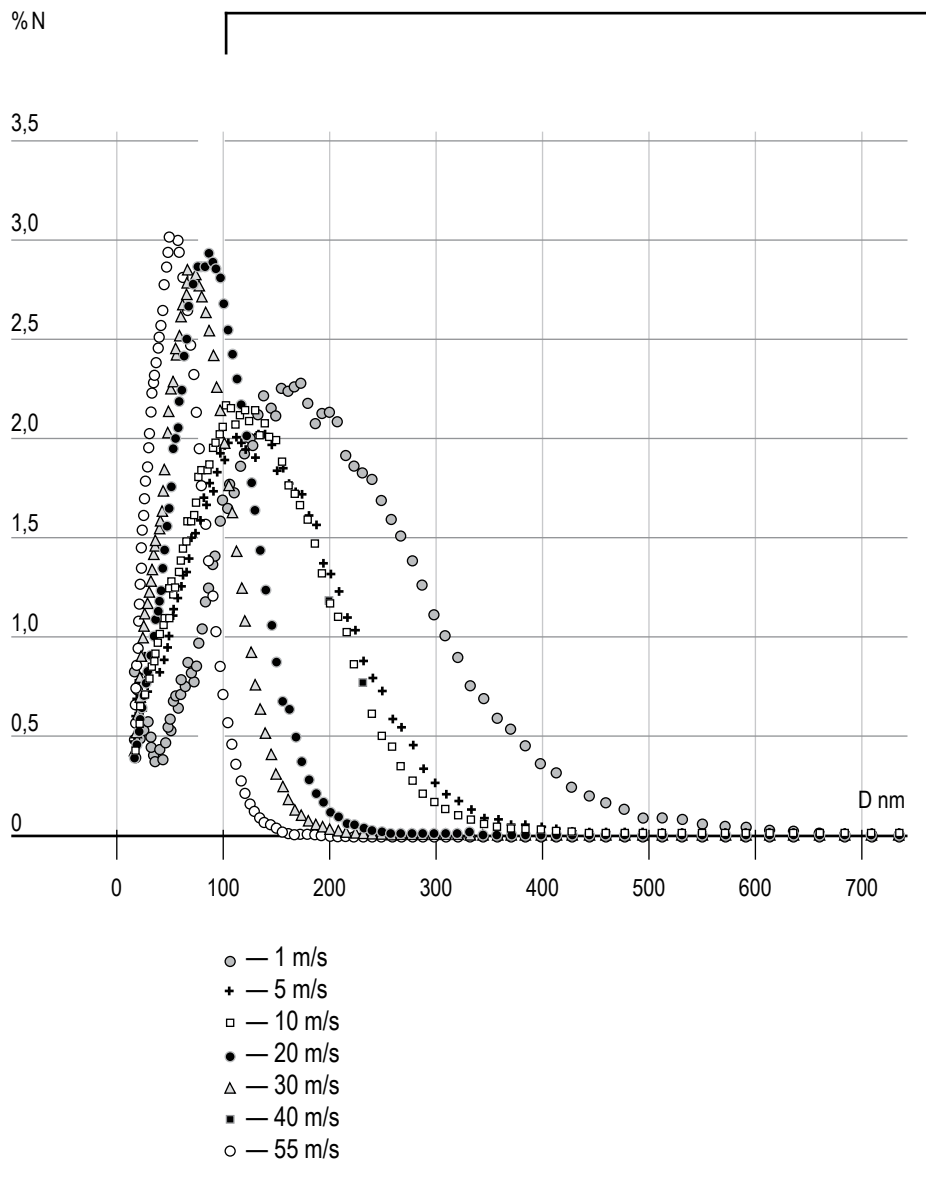
Рис. 1. Льдообразующая активность частиц йодистого серебра различного размера [1].
Fig. 1. Ice-forming activity of particles of silver iodide of various sizes [1].

нтский объем исследований по поиску веществ, обладающих льдообразующими свойствами. Среди наиболее перспективных соединений были определены: неорганические вещества:

- йодистое серебро и йодистый свинец;
- органические вещества – флороглюцин, феназин, ацетилацетонат меди, 1,5-диоксихинолин, метальдегид [3].

Также рассматривались льдообразующие биологические агенты [4] и минеральные компоненты естественного происхождения, прежде всего Na, K-полевые шпаты [5, 6, 7, 8]. В том числе в работе [5] продемонстрировано, что отдельные образцы ортоклаза проявляют практически 100% эффективность при замораживании капель водных суспензий при температуре минус от 4 °С, что близко по порогу действия к йодистому серебру. Тем не менее, рассматривая потенциальные льдообразующие вещества в аспекте их применения для снаряжения автономных пиротехнических генераторов, следует выделить только йодистое серебро и йодистый свинец – вещества, сочетающие высокую льдообразующую активность и относительную термическую стабильность в процессе перевода реагента в аэрозольное состояние [9, 10]

Однако, поскольку использование аэрозолей йодистого свинца в настоящее время нежелательно, в связи с высокой токсичностью этих соединений [11] фактически единственным соединением, используемым сейчас для создания льдообразующих аэрозолей является йодистое серебро. Практически начиная с открытия льдообразующих свойств этого вещества и создания первых пиротехнических рецептов на его основе, идет непрерывный процесс, направленный на снижение его содержания в используемых пиротехнических составах. Так, от содержания AgI на уровне 50–60% от веса рецептуры в 50–60-х годах на данный момент удалось снизить его содержание до 5–8% без потери льдообразующей эффективности аэрозоля [12].

**Рис. 2.**

Спектры аэрозоля, полученные при исследовании пиротехнического генератора в габаритах открытого патрона ПВ-26, снаряженного составом по патенту RU 2551343 (15% Ag_3CuI_4) при скоростях обдува в аэродинамической трубе от 1 до 55 м/с.

Fig. 2. Aerosol spectra obtained in the study of a pyrotechnic generator in the dimensions of an open cartridge PV-26, equipped with a composition according to patent RU 2551343 (15% Ag_3CuI_4) at blowing speeds in a wind tunnel from 1 to 55 m/s.

Влияние скорости обдува пиротехнического генератора

При анализе спектров аэрозоля, полученных при исследовании генераторов в условиях функционирования, максимально приближенных к реальным, (моделировались габариты генератора и скорость воздушного потока) нами получено следующее распределение частиц (рис. 2 и 3):

Соответственно количество частиц и процент массы, приходящихся на диапазон размеров 50–70 нм в зависимости от скорости обдува генератора приведены в таблице 2.

Если учесть, что установившаяся скорость падения патрона ПВ-26 при отстреле из самолета составляет 60 м/с, то в данном диапазоне размеров находится 26 % от общего числа частиц, что составляет 22 % от общей массы аэрозоля. Однако по мере приближения диапазона к 50 нм, это количество еще более уменьшается. Так на долю частиц 50 нм при скорости обдува патрона 55 м/с приходится только 3% от общего количества, что составляет 1.63 от общей массы аэрозоля. Соответственно преобладающую роль в формировании спектра аэрозоля играет процесс коагуляции, интенсивно уменьшающий концентрацию частиц нанометрового диапазона размеров за счет броуновской коагуляции (рис. 4) Б.Г. Трусов [13].

Увеличение скорости обдува приводит к смещению спектра размеров частиц аэрозоля в сторону меньших размеров, однако этот процесс имеет две противоположные тенденции:

- увеличение скорости обдува приводит к большему разбавлению струи генератора, содержащий активный аэрозоль и соответственно падению концентрации частиц и уменьшению процесса коагуляции;
- с другой стороны более резкое охлаждение струи вследствие ее размывания ускоряет процессы конденсации и ведет к получению большего количества частиц.

Результирующим процессом является сдвиг спектра в сторону меньших размеров частиц, но этот сдвиг на реальных скоростях движения генератора не слишком выражен.

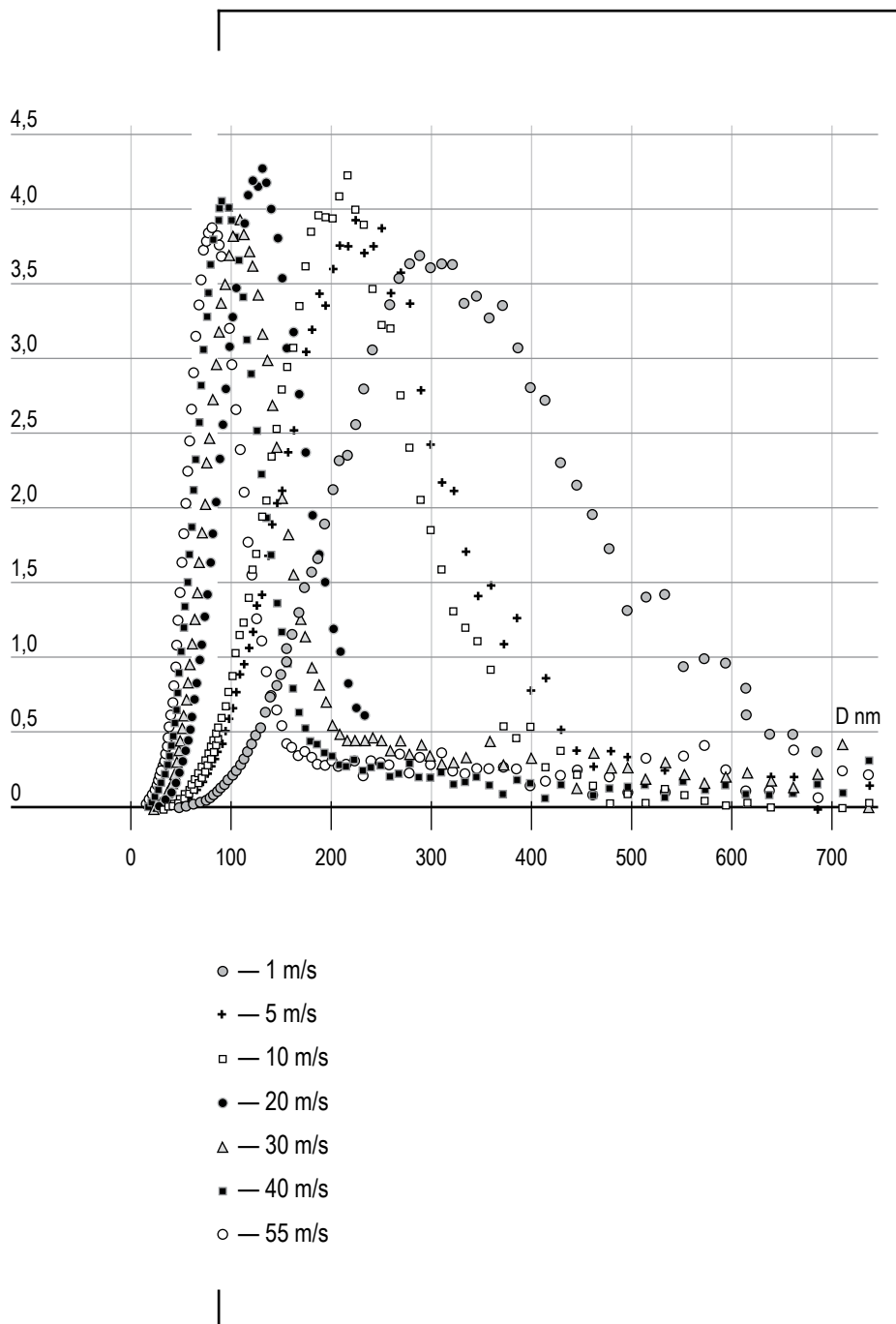


Рис. 3.

Процент массы частиц приходящийся на частицы соответствующего размера для того же аэрозоля.

Fig. 3. Percentage of particle mass per particle of appropriate size for the same aerosol.

Таблица 2. ПРОЦЕНТ ОТ ОБЩЕГО ЧИСЛА ЧАСТИЦ И ПРОЦЕНТ МАССЫ, ПРИХОДЯЩИЙСЯ НА ЧАСТИЦЫ ДИАПАЗОНА РАЗМЕРОВ ОТ 50 ДО 70 НМ. ПАТРОН ПВ-26, БЕЗ ДИАФРАГМИРОВАНИЯ, ПИРОТЕХНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПО ПАТЕНТУ RU 2551343
Table 2. Percentage of the total number of particles and percentage of mass according to particles of size range from 50 to 70 nm. Cartridge PV-26, without diaphragming, pyrotechnical composition according to patent RU 2551343

Скорость обдува	% частиц	% общей массы
1 м/с	6,26	0,17
5 м/с	11,17	0,82
10 м/с	12,26	1,11
20 м/с	19,82	5,15
30 м/с	22,95	9,23
40 м/с	25,57	15,57
55 м/с	25,99	22,17

Изменение геометрии струй, образованных при горении генератора

Другим вариантом увеличения выхода активного аэрозоля является изменение геометрии струй, образованных продуктами горения пиросостава. В ФБГУ «НПО «Тайфун» на примере патрона ПВ-26 были исследованы различные варианты конструкции генератора. При одинаковом коэффициенте диафрагмирования К (отношении площади горящей поверхности пиротехнического заряда к площади отверстия диафрагмы или критического сечения сопла) равном 50 исследовались варианты истечения газов через различное количество сопловых отверстий от 1 до 7. В сравнении с вариантом отсутствия диафрагмирования эти данные представлены на фотографиях (рис. 5) и графике (рис. 6).

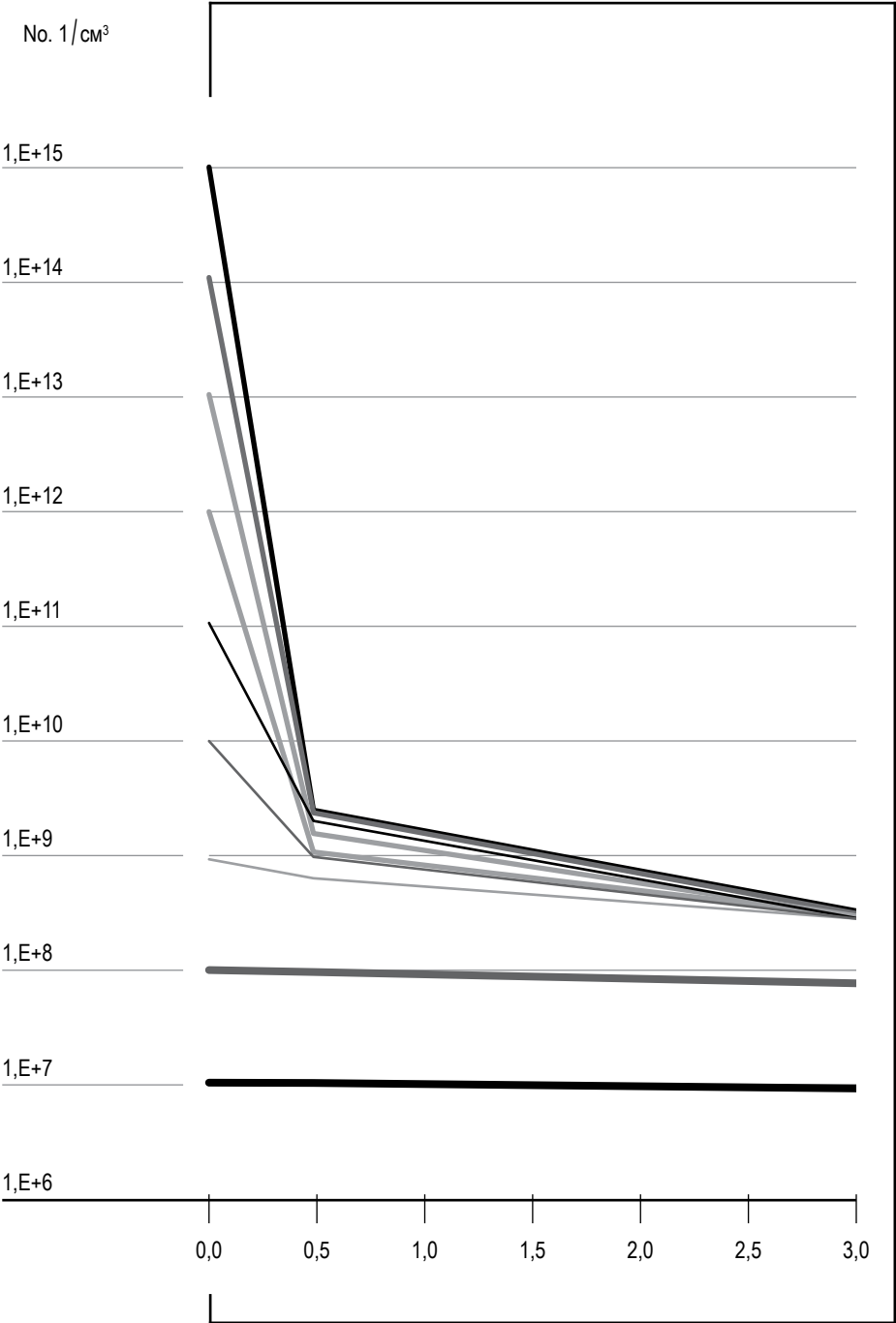


Рис. 4. Изменение концентрации льдообразующих частиц во времени при разных начальных концентрациях N0.
Fig. 4. Changes in the concentration of ice-forming particles with time at different initial concentrations of N0.



Рис. 5. Истечение продуктов горения пиросостава патрона ПВ-26 в вариантах а-без диафрагмирования, б-е с коэффициентом диафрагмирования $K = 50$ и числом сопловых отверстий 1, 2, 3, 4, 5 соответственно.

Fig. 5. The outflow of combustion products of the pyrocomposition of the PV-26 cartridge in variants a-without diaphragm, b-f with a diaphragm ratio $K = 50$ and the number of nozzle holes 1, 2, 3, 4, 5, respectively.

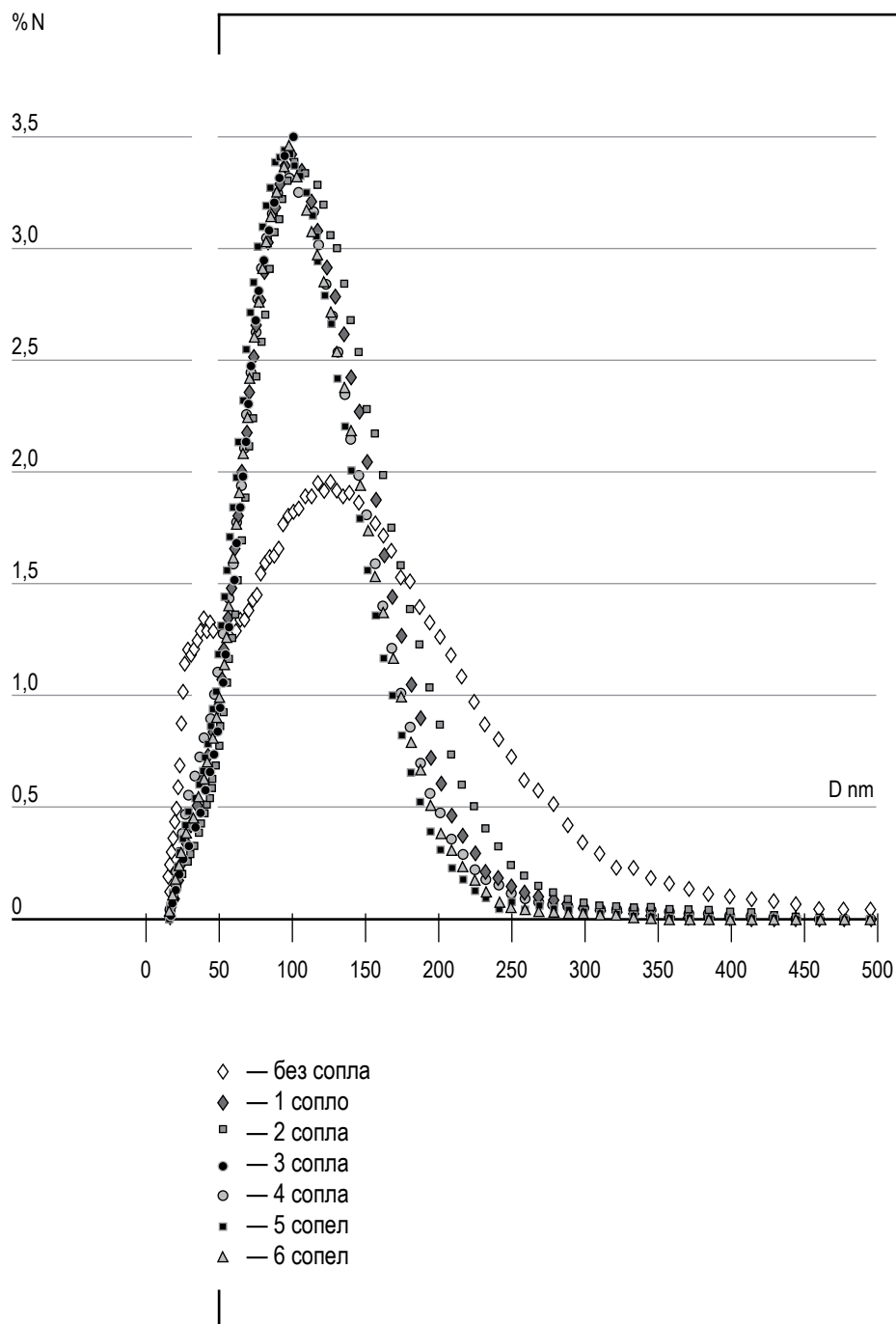


Рис. 6.

Спектр аэрозоля патрона ПВ-26 образованный при различной геометрии газовых струй.

Fig. 6. The aerosol spectrum of the PV-26 cartridge formed at different geometries of gas jets.

Процент от общего числа частиц и процент массы, приходящийся на частицы диапазона размеров от 50 до 70 нм образовавшихся при различной геометрии сопловых отверстий приведены в таблице 3.

Таблица 3. ПРОЦЕНТ ОТ ОБЩЕГО ЧИСЛА ЧАСТИЦ И ПРОЦЕНТ МАССЫ, ПРИХОДЯЩИЙСЯ НА ЧАСТИЦЫ ДИАПАЗОНА РАЗМЕРОВ ОТ 50 ДО 70 НМ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ. НАПРАВЛЕНИЕ ОБДУВА ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ГАЗОВЫМ ПОТОКАМ
Table 3. Percentage of the total number of particles and percentage of mass according to particles of the size range from 50 to 70 nm at different geometry of gas flows. Blowing direction perpendicular gas flows

Количество сопел	% частиц	% общей массы
Без диафрагмирования, обдув спутный	12,73	0,81
1	14,96	2,05
2	12,35	1,38
3	15,44	2,36
4	15,88	2,46
5	17,99	3,15
6	16,08	2,5

Несмотря на некоторый разброс данных, в отношении определения максимального количества активных частиц в диапазоне размеров 50–70 нм, наиболее предпочтительны варианты с большим числом сопловых отверстий. При этом по сравнению с бессопловым режимом горения количество частиц в данном диапазоне размеров увеличивается на 40%, увеличение массы частиц этого диапазона возрастает в 4 раза. Однако и в этом случае имеет место двоякая тенденция – сносящий поток воздуха быст-

рее размывает зону коагуляции в некоторой степени подавляя последнюю, однако более резкое охлаждение увеличивает число частиц меньших размеров. Результирующим процессом тем не менее является некоторое увеличение частиц в рассматриваемом диапазоне размеров.

**Изменение направления
обдува факела**

Влияние изменения направления обдува также исследовалось для патрона ПВ-26, снаряженного составом по патенту RU 2551343 при коэффициенте диафрагмирования заряда $K = 50$. Результат экспериментов представлен на рисунках 7, 8 и в таблице 4.

Таблица 4. ПРОЦЕНТ ОТ ОБЩЕГО ЧИСЛА ЧАСТИЦ И ПРОЦЕНТ МАССЫ, ПРИХОДЯЩИЙСЯ НА ЧАСТИЦЫ ДИАПАЗОНА РАЗМЕРОВ ОТ 50 ДО 70 НМ ПРИ РАЗЛИЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ ОБДУВА ГЕНЕРАТОРА. ДИАМЕТР ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО ЗАРЯДА 13 ММ СООТВЕТСТВУЕТ ЕВРОПЕЙСКОМУ ПРОТИВОГРАДОВОМУ ПАТРОНУ ВОЗДЕЙСТВИЯ
Table 4. Percentage of the total number of particles and percentage of mass according to particles of size range from 50 to 70 nm at different directions of generator blowing. Pyrotechnical charge diameter 13 mm meets european anti-hail exposure cartridge

Направление обдува, градусы	% частиц	% общей массы
0 (спутный поток)	14,38	2,46
45	15,91	3,34
90	18,32	4,10
135	16,78	2,53
180 (встречный поток)	16,12	2,94

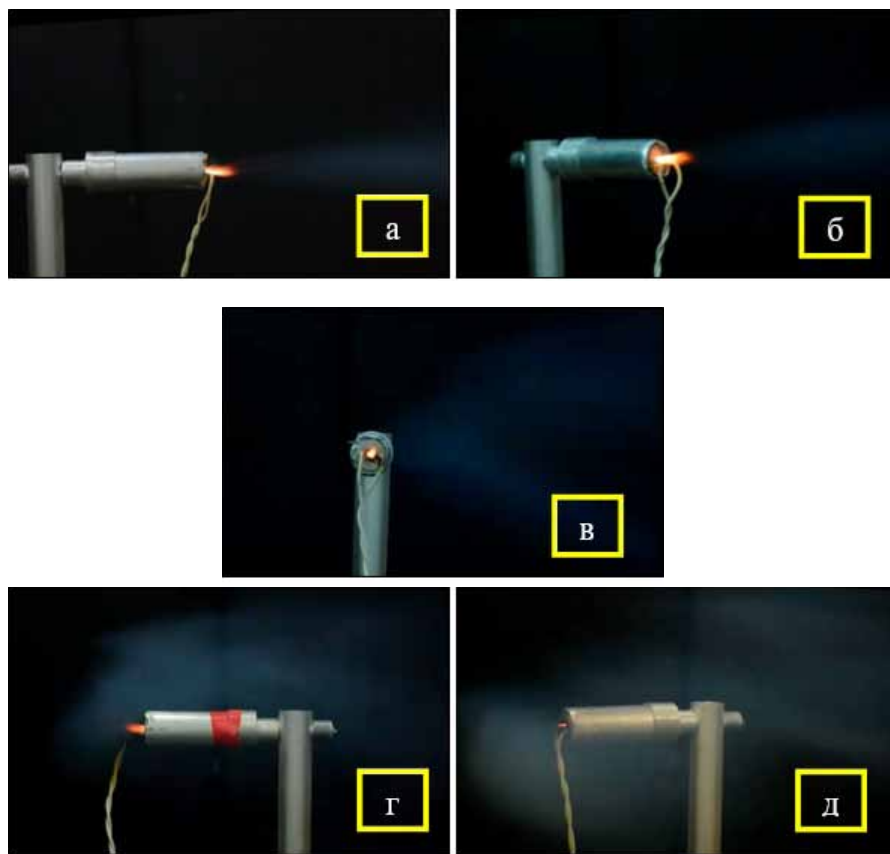


Рис. 7.

Истечение продуктов горения пиросостава патрона ПВ-26 с коэффициентом диафрагмирования $K = 50$ и вариантах обдува под следующими углами к направлению потока газов. а – спутный, б–г от 45, 90, 135°, д – встречный.

Fig. 7. The outflow of combustion products of the pyrocomposition of the PV-26 cartridge with a diaphragm coefficient $K = 50$ and blowing options at the following angles to the direction of the gas flow. а – satellite, б – d from 45, 90, 135°, e – oncoming.

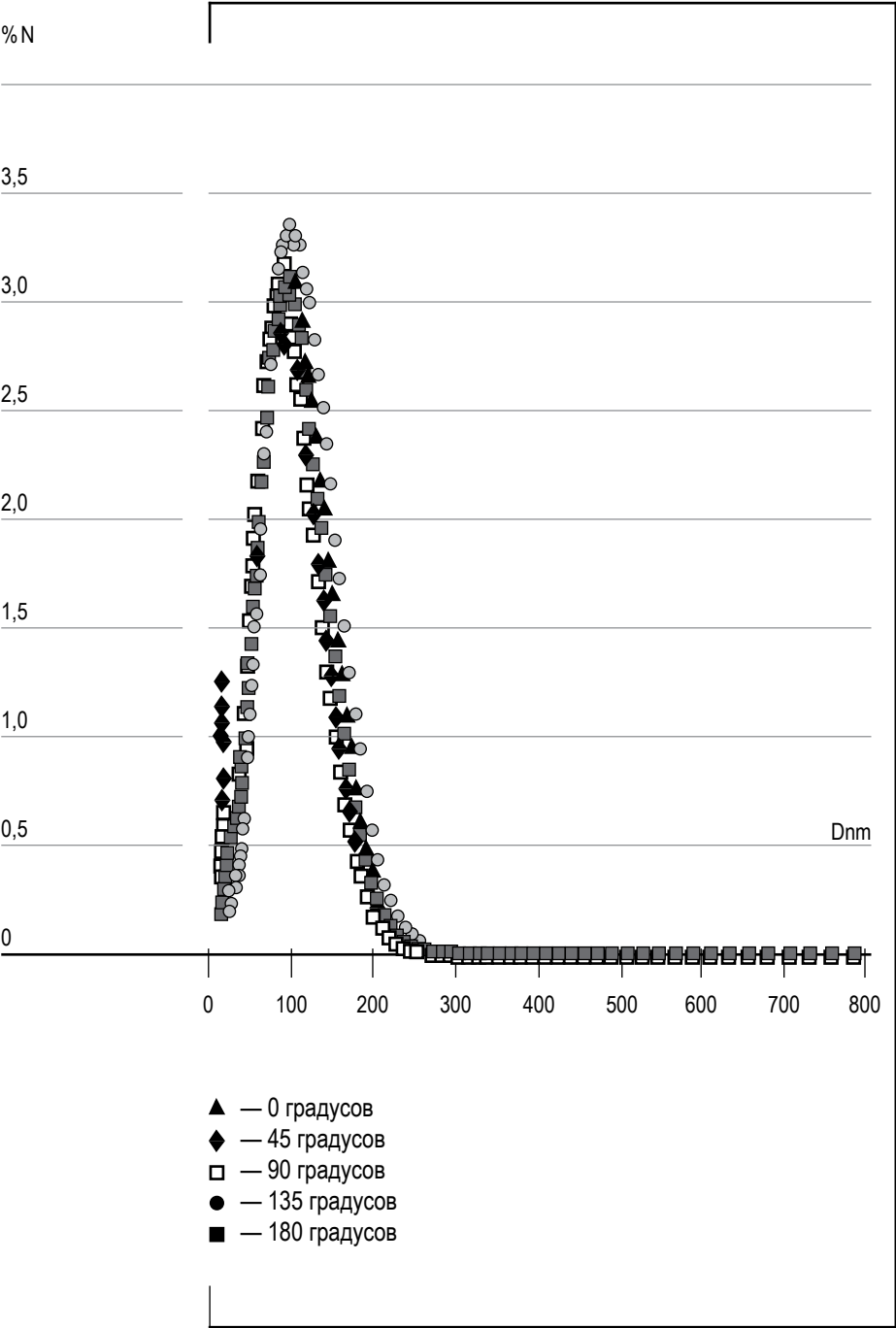


Рис. 8. Спектр аэрозоля 19 мм патрона, образованный при различном направлении обдува.
Fig. 8. Aerosol spectrum of 19 mm cartridge formed at different blowing directions.

Таблица 5. ВОЗМОЖНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРИМЕРЕ ПАТРОНА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПВ-26 СНАРЯЖЕННОГО СОСТАВОМ ПО ПАТЕНТУ RU 2551343
Table 5. Possibility of increasing the efficiency of the means of active impact on the example of the impact cartridge PV-26 equipped with the composition according to patent RU 2551343

Параметр	Примечание	Ожидаемый эффект
Скорость обдува	Скорость обдува в значительной степени изменяет спектр аэрозоля, однако для патрона ПВ-26 установившаяся скорость обдува составляет 60 м/с и изменена быть не может	отсутствует
Геометрия потоков газа	Увеличение числа сопловых отверстий и организация сносящего режима смешения газовых струй приводят к увеличению выхода активных частиц в диапазоне размеров 50–70 нм	~40%
Изменение давления	Увеличение рабочего давления, при котором функционирует генератор, приводит к увеличению процента йодистого серебра, перешедшего в фазу пара без разложения примерно в два раза	~50%

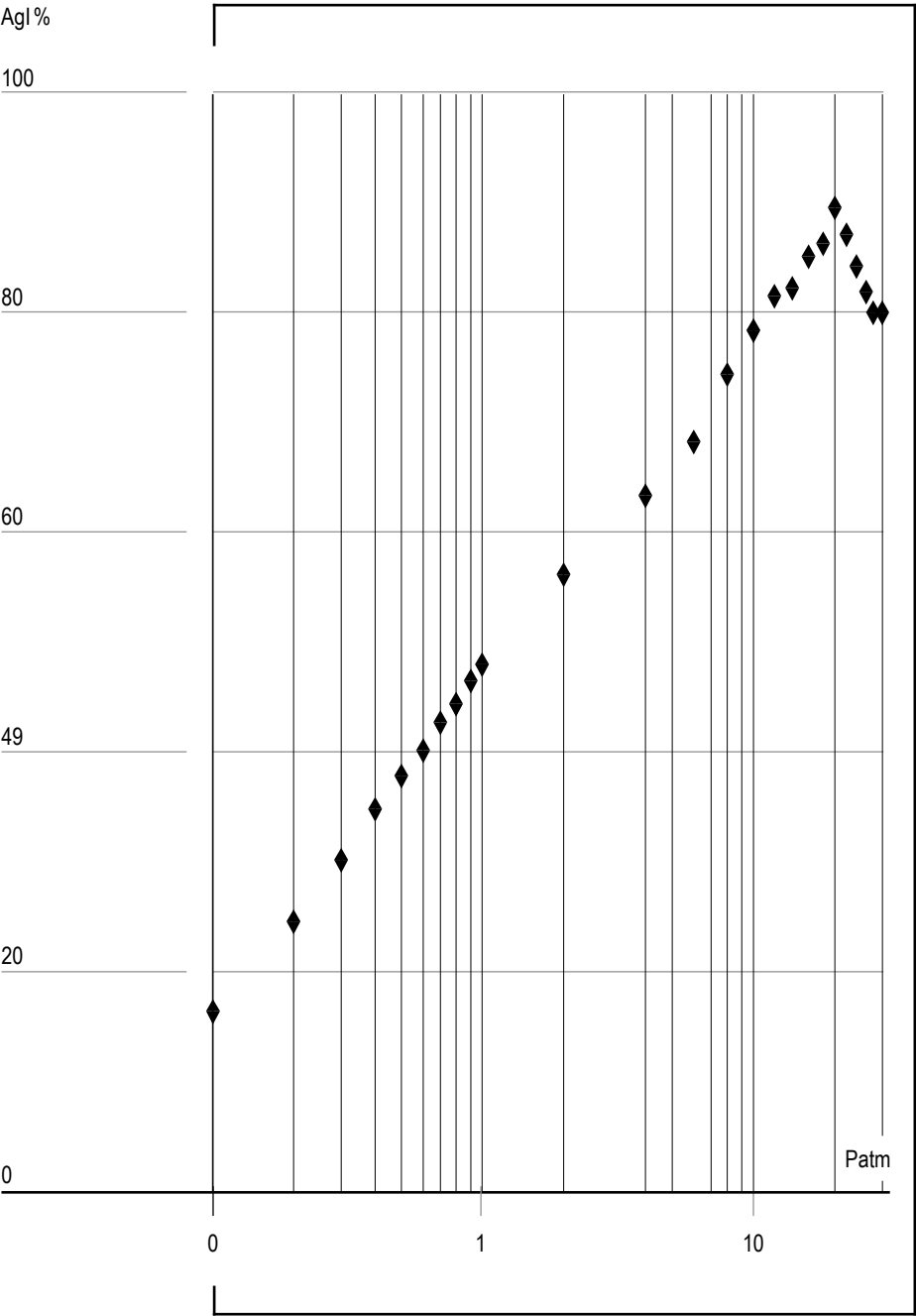


Рис. 9. Зависимость процента йодистого серебра, перешедшего без разложения в фазу пара для состава RU 2551343 в диапазоне давлений от 0,1 до 30 атм.

Fig. 9. Dependence of the percentage of silver iodide that passed into the vapor phase without decomposition for the composition RU 2551343 in the pressure range from 0.1 to 30 atm.

Оценивая полученную информацию следует отметить, что режим сносящего воздушного потока в максимальной степени сдвигает спектр аэрозоля в сторону образования частиц меньшего размера.

В облаках, как показывают расчеты, направление потока меняется со временем [14]. Неясно, как будет вести себя реагент в таких условиях. Это требует дальнейших исследований.

Изменение содержания йодистого серебра в продуктах горения

Как следует из термодинамических расчетов в работах Б.Г. Трусова, А.Г. Шилина, Ю.В. Андреева, В.Н. Иванова, В.Н. Панова, Ю.А. Пузова [13, 15], процент йодистого серебра, перешедшего без разложения в фазу пара, в значительной степени зависит от давления, при котором происходит процесс горения. Данные для диапазона давлений от 0,1 до 30 атмосфер приведены на рисунке 9.

При горении недифрагмированного пиротехнического порошка в нормальном давлении в фазу пара переходит только 47,9% от первоначально находившегося в рецептуре йодистого серебра.

Результаты и их обсуждение

Данные по возможности увеличения эффективности средств активных воздействий суммированы в таблице 5.

Выводы

— На данный момент имеется теоретическая возможность получения льдообразующих пиротехнических составов на уровне активности $2-3E + 14$ активных ядер на грамм пиротехнической композиции (или $1E + 16$ ядер на 1 грамм AgI) при минус 10 °C.

- Большие значения выхода в расчете на грамм пиросостава блокируются интенсивно протекающими процессами коагуляции и на данный момент их достижение реальным не представляется.
- В целях увеличения выхода следует рассматривать возможность увеличения количества активных частиц не на грамм пиросостава а на грамм чистого йодистого серебра посредством формирования ядер левелитной структуры. Экономия расхода серебра при этом не связана с количеством и размером частиц льдообразующе нейтральных соединений, поскольку в данном случае имеется в виду только поверхностная модификация частиц аэрозоля небольшим количеством молекул AgI.

Библиографический список

1. Claudia M., Baban N., André W., and Ulrike L. Ice nucleation efficiency of AgI: review and new insights. *Atmos. Chem. Phys.* 2016. № 16. P. 8915–8937.
2. Vincent J. Schaefer, Schenectady, and Bernard Vonnegut, Alplaus, N.Y., Method of crystal formation and precipitation. US2527230A.
3. Плауде Н.О., Соловьев А.Д. Льдообразующие аэрозоли для воздействия на облака. Обнинск: ВНИГМИ-МЦД, 1979. 82 с.
4. Snider J. R. R. G. Layton, Caple G., Chapman D. Bacteria as condensation nuclei // *J. Rech. Atmos.* 1985. Vol. 19. № 2–3. P. 139–145.
5. Alexander D. Harrison, Thomas F. Whale, Michael A. Carpenter, Mark A. Holden, Lesley Neve, Daniel O'Sullivan, Jesus Vergara Temprado, and Benjamin J. Murray «Not all feldspars are equal: a survey of ice nucleating properties across the feldspar group of minerals» *Atmos. Chem. Phys.* 2016. № 16. P. 10927–10940.

6. Alexander D. Harrison, Katherine Lever, Alberto Sanchez-Marroquin, Mark A. Holden, Thomas F. Whale, Mark D. Tarn, James B. McQuaid, and Benjamin J. Murray. The ice-nucleating ability of quartz immersed in water and its atmospheric importance compared to K-feldspar. *Atmos. Chem. Phys.* 2019. № 19. P. 11343–11361.
7. Andreas Peckhaus, Alexei Kiselev, Thibault Hiron, Martin Ebert, and Thomas Leisner. A comparative study of K-rich and Na/Ca-rich feldspar ice-nucleating particles in a nanoliter droplet freezing assay. *Atmos. Chem. Phys.* 2016. № 16. P. 11477–11496.
8. André Welti, Ulrike Lohmann, and Zamin A. Kanji. Ice nucleation properties of K-feldspar polymorphs and plagioclase feldspars. *Atmos. Chem. Phys.* 2019. № 19. P. 10901–10918.
9. Плауде Н. О. Исследование льдообразующих свойств аэрозолей йодистого серебра и йодистого свинца // Труды ЦАО. 1967. Вып. 80. С. 88.
10. Сумин Ю. П. Результаты исследований льдообразующего действия пиротехнических составов с йодидами серебра и свинца при воздействии переохлажденные слоистообразные облака / Ю. П. Сумин, Н. В. Торопова // Труды ГГО. 1972. Вып. 278. С. 78–90.
11. Industrial hygiene and toxicology. Vol. II. 2nd rev. ed. Frank A. Patty, Editor. John Wiley & Sons, Inc., 605 Third Ave., New York 16, N. Y. 1963.
12. Пашенко С.Э., Бакланов А.М., Горбунов Б.З., Какуткина Н.А., Куценогий К.П., Сидоров А.И., Кравченко И.П. Исследование дисперсности и льдообразующей активности аэрозолей йодистого серебра, генерируемого пиросоставами // Известия академии наук СССР. Физика атмосферы и океана. Т. 18, №5, 1982, С. 506–512.
13. Трусов Б.Г. Моделирование химических и фазовых равновесий при высоких температурах (АСТРА.4/pc). Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1994. 50 с.
14. Семенова Ю.А., Закинян А.Р., Смерек Ю.Л., Данилова Н.Е. Закинян Р.Г. Исследование вихревого состояния атмосферы // Наука. Инновации. Технологии. 2016. №3. с. 83–88.
15. Шилин А.Г., Андреев Ю.В., Иванов В.Н., Панов В.Н., Пузов Ю.А., Савченко А.В. Исследование функционирования генераторов льдообразующего аэрозоля в условиях, макси-

мально приближенных к реальным. г. Нальчик. Доклады Всероссийской открытой конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. 8–10 октября 2021 г. С. 386–390.

References

1. Claudia M., Baban N., André W., and Ulrike L. Ice nucleation efficiency of AgI: review and new insights. *Atmos. Chem. Phys.* 2016. Vol. 16, P. 8915–8937.
2. Vincent J. Schaefer, Schenectady, and Bernard Vonnegut, Alplaus, N. Y., Method of crystal formation and precipitation. US2527230A.
3. Plaude N.O., Soloviev A.D. Ice-forming aerosols for influencing clouds. Obninsk: RIHMI-WDC. 1979. 82 p.
4. Snider J. R., Layton R. G., Caple G., Chapman D. Bacteria as condensation nuclei // *J. Rech. Atmos.* 1985. Vol. 19. № 2–3. P. 139–145.
5. Alexander D. Harrison, Thomas F. Whale, Michael A. Carpenter, Mark A. Holden, Lesley Neve, Daniel O'Sullivan, Jesus Vergara Temprado, and Benjamin J. Murray «Not all feldspars are equal: a survey of ice nucleating properties across the feldspar group of minerals» *Atmos. Chem. Phys.* 2016. № 16. P. 10927–10940.
6. Alexander D. Harrison, Katherine Lever, Alberto Sanchez-Marroquin, Mark A. Holden, Thomas F. Whale, Mark D. Tarn, James B. McQuaid, and Benjamin J. Murray. The ice-nucleating ability of quartz immersed in water and its atmospheric importance compared to K-feldspar. *Atmos. Chem. Phys.* 2019. № 19. P. 11343–11361.
7. Andreas Peckhaus, Alexei Kiselev, Thibault Hiron, Martin Ebert, and Thomas Leisner. A comparative study of K-rich and Na/Ca-rich feldspar ice-nucleating particles in a nanoliter droplet freezing assay. *Atmos. Chem. Phys.* 2016. № 16. P. 11477–11496.
8. André Welti, Ulrike Lohmann, and Zamin A. Kanji. Ice nucleation properties of K-feldspar polymorphs and plagioclase feldspars. *Atmos. Chem. Phys.* 2019. № 19. P. 10901–10918.
9. Plaude N.O. Investigation of ice-forming properties of aerosols of Silver Iodide and Lead Iodide // *Proceedings of the CAO.* V. 80. P. 88.

10. Sumin Yu. P., Toropova N. V. Results of investigations of the ice-forming effect of pyrotechnic compositions with Silver and Lead Iodides under the influence of supercooled layered clouds // Proceedings of the MGO. 1972. Issue. 278. P. 78–90.
11. Industrial hygiene and toxicology. Vol. II. 2nd rev. ed. Frank A. Patty, Editor. John Wiley & Sons, Inc., 605 Third Ave., New York 16, N. Y. 1963.
12. Baklanov A.M. et al. Investigation of the dispersion and ice-forming activity of silver iodide aerosols generated by pyrocompositions // Proc. of USSR Academy of Sciences, Atmospheric and Oceanic Physics. 1982. Vol. 18(5). P. 506–512.
13. Trusov B.G. Simulation of chemical and phase equilibria at high temperatures (ASTRA.4/pc). Moscow: Bauman MSTU. 1994. 50 p.
14. Semenova Yu. A., Zakinyan A. R., Smerek Yu. L., Danilova N. E., Zakinyan R.G. Investigation of the vortex state of the atmosphere // Science. Innovation. Technologies. 2016. № 3. P. 83–88.
15. Shilin A.G. et al. Investigation of the functioning of generators of ice-forming aerosol in conditions as close as possible to real ones // Reports of the all-Russian open Conference on Cloud Physics and Weather Modification of Hydrometeorological Processes. Nalchik. October 8–10. 2021. P. 386–390.

**Поступило в редакцию 02.11.2021,
принята к публикации 12.01.2022.**

Об авторах

Шилин Александр Геннадьевич, старший научный сотрудник Института экспериментальной метеорологии ФГБУ «НПО «Тайфун», кандидат физико-математических наук.
Адрес: 249038, Калужская область, г. Обнинск,
ул. Победы, д. 4
Телефон: E-mail a@metal-profi.ru

Хучунаев Бузигит Муссаевич, и.о. ведущего научного сотрудника лаборатории микрофизики облаков отдела физики облаков ФГБУ «ВГИ», доктор физико-математических наук.
Адрес: 360002, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 2
Телефон: E-mail buzgigit@mail.ru

About authors

Shilin Alexander Gennadievich, Senior Researcher of the Institute of Experimental Meteorology, Federal State Budgetary Institution «Research and Production Association» Typhoon», Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Russia, Kaluga Obl., 249038, Obninsk, Pobeda Str., 4,
e-mail: a@metal-profi.ru

Khuchunaev Buzigit Mussaevich, Acting Lead Researcher of the Department of Cloud Physics, Federal State Budgetary Institution «High-Mountain Geophysical Institute», Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Russia, Kabardino-Balkarian Republic, 360030, Nalchik, Lenin Ave., 2, tel: 8(928)708-85-98, e-mail: buzgigit@mail.ru

25.00.36
25.00.24
УДК: 503.3/7; 911.7

ГЕОЭКОЛОГИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Бондарь Е.В.,
Жиренко Г.Н.,
Мовсесова В.В.,
Менге А.А.М.

Северо-Кавказский Федеральный университет,
г. Ставрополь, Россия

Esi Business School, г. Лион, Франция

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ ГАБОН: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ АСПЕКТЫ

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.1.6

Введение.

В своём развитии Габон опирается на богатую минерально-сырьевую базу и развитие особо охраняемых районов с уникальным биоразнообразием. Особенностью государства является пересечение интересов крупных ТНК и международных природоохран-ных обязательств Габона. Цель исследования – изучение инклю-зивных направлений устойчивого развития республики Габон.

Материалы и методы
исследований.

Базой исследования послужили доклады правительства респуб-лики Габон и международных организаций ООН, документы и справочные данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), Международного союза охраны приро-ды и природных ресурсов (МСОП), Программы ООН по окружаю-щей среде (ЮНЕП).

Результаты исследований
и их обсуждение.

Выявлены особенности устойчивого развития Республики Габон, проанализированы экономические аспекты и их влияние на эко-логическую ситуацию. Габон на фоне других государств Африки южнее Сахары, выделяется относительно благополучными пока-зателями экономического развития. Наличие топливных, рудных, лесных ресурсов, рост городского населения и высокий ИРЧП дают возможность закрепить достижения в социально-экономи-ческой сфере, а экологическая политика позволяет занять ли-дирующее положение на мировой арене в решении глобального экологического кризиса.

Выводы.

Габон активно участвует в решении глобальных экологических проблем, продвигается в рамках устойчивого развития, активно привлекая международные инвестиции в различные отрасли хо-зяйства. Государство на сегодняшний день является представи-телем Африканского союза и ведущим участником переговоров на Конференции Организации Объединенных Наций по изменению климата (РКИК ООН) [1]. Среди стран Африки южнее Сахары, Габон выделяется как активный член многих интеграционных образований, поддерживая инициативы Европейского союза, не ущемляя собственных интересов.

Ключевые слова:

устойчивое развитие, Габонская Республика, экологическая по-литика, охраняемые районы, биоразнообразие, мировой рынок нефти, природные ресурсы.

**Bondar E.V.,
Zhirenko G.N.,
Movsesova V.V.,
Menge A.A.M.**

North Caucasus Federal University,
Stavropol,
Russia;
Esi Business School, Lyon, France

Sustainable development of the Republic of Gabon: economic and environmental aspects

Introduction.

In its development, Gabon relies on a rich mineral resource base and the development of specially protected areas with unique biodiversity. The peculiarity of the state is the intersection of the interests of large TNCs and Gabon's international environmental obligations. The purpose of the study is to study the inclusive directions of sustainable development of the Republic of Gabon.

Materials and research methods.

The research was based on reports of the Government of the Republic of Gabon and international organizations of the United Nations, documents and reference data of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), the United Nations Environment Programme (UNEP).

Research results and their discussion.

The features of the sustainable development of the Republic of Gabon are revealed, the economic aspects and their impact on the environmental situation are analyzed. Gabon stands out against the background of other sub-Saharan African states with relatively prosperous indicators of economic development. The availability of fuel, ore, and forest resources, the growth of the urban population and a high HDI make it possible to consolidate achievements in the socio-economic sphere, and environmental policy makes it possible to take a leading position on the world stage in solving the global environmental crisis.

Conclusions.

Gabon is actively involved in solving global environmental problems, is advancing within the framework of sustainable development, actively attracting international investment in various sectors of the economy. The State is currently a representative of the African Union and a leading negotiator at the United Nations Climate Change Conference (UNFCCC) [2]. Among the countries of sub-Saharan Africa, Gabon is an active member of many integration entities, supporting the initiatives of the European Union, without prejudice to its own interests.

Key words:

sustainable development, Gabonese Republic, environmental policy, protected areas, biodiversity, world oil market, natural resources.

Введение

В современных условиях основным направлением развития мировой экономики является глобализация и тесная взаимосвязь с качеством окружающей среды. Экологическая составляющая находит отражение в развитии национальных экономик и способствует формированию новых форм международных отношений.

В особой ситуации находятся страны – бывшие колонии. С одной стороны, наблюдается тесная экономическая связь со странами-колонизаторами, с другой – колоссальный природный потенциал, африканских стран нещадно уничтожается.

Наибольший интерес для экономически развитых стран, а в первую очередь для Франции, представляют обеспеченные значительными природными ресурсами государства Африки к югу от Сахары. Ярким примером служит Республика Габон. Республика всегда была магнитом для мигрантов из соседних стран с 1960-х годов из-за открытия нефти, а также политической стабильности страны и ресурсов древесины и других полезных ископаемых. Инклюзивное развитие страны связано с принятием в 2015 году «Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [3]. Приоритетным направлением для Габона является природоохранная и экологическая проблематика, что противоречит «агрессивному» экономическому освоению богатых природных ресурсов, а особенно нефти.

Материалы и методы исследований

Основой исследования послужили доклады правительства республики Габон и международных организаций ООН, справочные данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП), Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

Результаты исследований и их обсуждение

Габон является одной из самых богатых и безопасных стран Центральной Африки. Сравнительно невысокая, для континента, численность населения (2,1 млн чел.), которое распределено «карманами» по всей стране и в большей части сосредоточено в городах (90,4% от общей численности населения (2021 г.)) [11].

Доходы Габона от нефти обеспечили ему один из самых высоких уровней доходов на душу населения (\$ 8220), что в четыре раза выше, чем в большинстве стран Африки к югу от Сахары. Это позволяет отнести республику к странам с относительно высоким уровнем жизни. Но из-за неравенства распределения доходов, значительная часть граждан остается бедными.

Эксплуатация нефтяных месторождений и иностранные инвестиции, помогли Габону стать динамично развивающейся страной Центральной Африки. Габон является пятым по величине экспортером нефти среди стран Африки, к югу от Сахары. Большая часть производства принадлежит французскому Total, который владеет 58,28% акций, государственная часть составляет 25%. По состоянию на конец 2020 года Total Gabon эксплуатировала 16 месторождений, общей площадью 1 461 км². Чистые продажи распределяются по континентам: Африка (22,1%) и Европа (77,9%). Компания работает на основе международных стандартов ISO 14001 и Стандарт ISO 9001/2008. Кроме сектора разведки и добычи нефти Total возглавляет экологические и общественные инициативы в стране. Объем продаж распределяется по группам продуктов следующим образом: сырая нефть (89,7%): 10,2 млн баррелей продано в 2020 году; природный газ (0,9%): продано 31,2 млн м³; прочее (9,4%).

С 2010 по 2016 год на нефть приходилось 80% экспорта, что составляло 45% ВВП и 60% доходов государственного бюджета Габона. Но современные тренды, обусловленные социально-экономической ситуацией в мире, связанные с колебаниями цен на нефть привели к значительному снижению спроса на сырую нефть, что

ослабило государственные доходы и негативно повлияло на торговый баланс страны [4].

Обозначившийся экономический рост в 2021 г. (0,8%), связан с наращиванием добычи шельфовой нефти, увеличением показателей экспорта марганца. Кроме того, Габон относится к числу крупных экспортеров урановых концентратов.

Основными статьями импорта являются электротехническая и текстильная продукции, поступающая из Китая, с которым налажено тесное сотрудничество с 2003 г.

В агропромышленном комплексе основные возделываемые сельскохозяйственные культуры: маниок, бананы, сахарный тростник, масличная пальма, какао и кофе. Разработаны и внедряются проекты по производству пальмового масла и каучука. При этом Габон не обеспечивает себя продовольствием и более половины потребностей удовлетворяется за счет экспорта [6].

Вторым, по значимости источником доходов, является экспорт древесины (15% ВВП). В лесозаготовительной отрасли работают французские, китайские, малазийские и другие компании. Ведущая роль принадлежит компании Rougier, которая управляет почти 880 000 га леса, производя 300 000 м³ бревен в год. Компания заявляет, что ведет лесозаготовки без ущерба для способности леса к возобновлению (средняя заготовка: от 1 до 2 деревьев с гектара каждые 25 лет). В Габоне проведено успешное тестирование программы лесозаготовок с учетом экологических требований. Рациональное природопользование отрасли должно помочь сохранить первичные тропические леса и снизить углеродный след лесной промышленности. При соблюдении надзорно-контрольных мероприятий предусмотренных Лесным планом страны прогнозируется рост производства в 20%, на фоне снижения роли нефтяной промышленности.

Государство постоянно сталкивается с проблемами нехватки валютных резервов и недостатком частных инвестиций, что в свою очередь сдерживает экономический рост.

Габонская республика начала формировать свою экологическую политику с первых лет независимости (закон № 28/60 от 8 июня 1960 года – «О лесном фонде и лесовосстановлении»). Декретом

от 30 сентября 1972 года (1051 / PR) создано Министерство охраны окружающей среды и охраны природы.

1982 г. вступил в силу закон № 1/82 от 22 июля «О руководящих принципах в области водных и лесных ресурсов». Это первый закон страны, не только регулировавший эксплуатацию ресурсов, но и охватывавший меры их защиты. В соответствии с законодательством страны леса делятся на две основные категории:

- классифицированные государственные леса, в которых ведется постоянная и определенного типа лесохозяйственная деятельность;
- охраняемые государственные леса, представляющие собой область неопределенного лесного хозяйства, т. е. земли, которые могут быть не предназначены для производства древесины.

Закон № 1/82 своеобразный кодекс эксплуатации природных ресурсов, но он фактически игнорирует традиционные методы управления биоразнообразием.

В соответствии с принятыми на себя обязательствами по итогам второй конференции ООН по Окружающей среде и развитию 1992 г. уже в 1993 году Габон принимает закон № 16/93 «Об охране и улучшении состояния окружающей среды». Согласно статье 6 закона 16/93 природные ресурсы включают: «моря и океаны, континентальные воды, почву и недра, воздух, фауну и флору, охраняемые районы».

В 2007 году вступил в силу закон № 003/2007 «О национальных парках», нацеленный на сохранение национального природного и культурного наследия, на поощрение политики устойчивого развития особо охраняемых природных территорий [7].

Национальное агентство национальных парков, сформированное в 2002 г., обладает правосубъектностью и имеет административную и финансовую автономию, со штаб-квартирой в столице страны г. Либревиль. Агентство подчиняется министерству национальных парков и финансируется через министерство финансов и планирования.

Таблица 1. ОХРАНЯЕМЫЕ РАЙОНЫ ГАБОНА (СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПЛАН
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ ГАБОН, 2016)
Table 1. Protected areas of Gabon (Strategic Plan for Sustainable
Development of the Republic of Gabon, 2016)

Категория	Категория МСОП	Количество	Площадь (га)	% от общего числа охраняемых районов (по площади)
Национальные парки	II	13	3013842	87,1
Заповедники	IV	12	400000	11,6
Охотничьи угодья	IV	2	39000	1,1
Дендрарии	III	1	6700	0,2
Всего		18	3459542	100

Именно в 2002 г. правительство принимает решение о выделении 11,2% территории государства под национальные парки, с целью сохранения ключевых экосистем, диверсификации экономики страны путем развития экотуризма. К этой сети добавляются два охотничьих угодья, два заповедника, включая президентский заповедник Вонга-Вонге, в результате чего сеть охраняемых районов составила 3,4 млн га, или 13 % (табл. 1) территории страны. Один из двух дендрариев (дендрарий Рапонда Уокер, в лесу Монда), также включен в эту сеть [9].

Формирование комплекса национальных парков – результат исследований, проводившихся с 1980-х годов МСОП и WCS (сохранение дикой природы Society) в партнерстве с DGFAP. Эти исследования позволили осознать глобальную значимость природного наследия республики Габон [9].

После подписания Конвенции о водно-болотных угодьях 1971 года, Габон зарегистрировал 14 участков имеющих статус охраня-

Таблица 2. ОХРАНЯЕМЫЕ РАЙОНЫ СТРАНЫ, ОБЛАДАЮЩИЕ МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАТУСОМ
Table 2. Protected areas of a country with an international status

Категория	Международная сеть в стране		Включены в охраняемые районы	
	Кол-во	Площадь (га)	Площадь (га)	% от общего числа охраняемых районов (по площади)
Объекты всемирного наследия	1	491291	491291	14,2
Рамсарское соглашение	9	28184690	727770	21,0
Заповедники биосферные	1	15 000	10 000	0,3
Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, или СИТЕС	4	836 647	836 647	24,2

емых районов, что в российском законодательстве соответствует особо охраняемым природным территориям (ООПТ) (табл. 2). Президентский заповедник Вонга-Вонге, организованный в 1986 году, включает часть береговой линии, состоящей из болот и обширных песчаных плато с крупными нефтяными запасами. В нем охраняются шимпанзе (*Pan troglodytes*), слоны (*Loxodonta cyclotis*), бегемоты (*Hippopotamus amphibius*) и многие водные птицы, в том числе белый пеликан (*Pelecanus onocrotalus*).

Пляжи в парках Понгара и Аканда – неизменные места размножения морских черепах (*Dermochelys coriacea*) и (*Eretmochelys imbricata*), оба вида находятся на грани вымирания [10].

Национальный парк Ла-Лопе – единственный из охраняемых районов, включенный в список Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия. Он является переходной зоной между густым влажным лесом и саванной. Разнообразие местообитаний и сложные взаимосвязи между этими двумя экосистемами создали условия для существования здесь более 1550 описанных видов растений, 40 из которых зарегистрированы только на этой территории.

Природный заповедник Ипаса-Макоку (площадь 100000 га и 5000 га переходных зон) на северо-востоке страны включен в сеть биосферных заповедников ЮНЕСКО (организован в 1983 г). С 2002 года он включен в состав национального парка Ивиндо. Фауна насчитывает 131 вид млекопитающих, в том числе 17 приматов, 13 плотоядных и 16 парнокопытных и 430 видов лесных птиц. Это территория влажных, гвинео–гонголезских лесов. Парк знаменит своими водопадами.

Леса занимают 80% территории страны, или 22 миллионов гектаров (22 га на душу населения). Первичные леса – 35% территории страны. Этот зонтичный лес, насчитывает 2000 описанных видов, от 6000 до 10 000 видов растений среди которых две очень востребованные, интенсивно эксплуатируемые породы: окуме (*Aucouthea klaineana*) и озиго (*Cecropiedes büttneri*).

Древесина окуме (ценная порода розового дерева) идет в основном на производство фанеры, 30% которой экспортируется. Основными пунктами назначения являются США, Франция, Испания, Нидерланды, Великобритания, Китай и ЮАР.

Большая часть лесозаготовок осуществляется близко к границам или непосредственно в национальных парках. На заповедные территории оказывают давление не только промышленные рубки леса, но разведка и добыча полезных ископаемых (например, в Ивиндо и Лоанго).

Экологические проблемы, формируемые горнодобывающей отраслью – взрывные работы – создающие шумы и вибрации, приводящие к беспокойству животных и способствующие разрушению среды обитания многих видов и целостности экосистем.

В самом популярном парке Лоанго, китайская нефтяная компания SINOPEC начала исследования и разработки, с одобрения правительства, но в нарушение экологического кодекса и действующего закона «О национальных парках». На юге Габона, в национальном парке Маюмба (единственный полностью морской парк), французская нефтяная компания Maurel et Prom планирует провести трубопровод [5].

Нефтяная промышленность способствовала снижению численности бегемота (*Hippopotamus amphibius*) и ламантина (*Trichechus senegalensis*) и нескольких видов обезьян в лесах прибрежного бассейна.

Среди особо охраняемых районов страны, национальный парк Хрустальные горы, играет важную роль в обеспечении столицы гидроэнергетикой. Создание, которого было частично мотивировано защитой водосборных бассейнов на плотинах Чимбеле и Кингуэле, снабжающих электроэнергией г. Либревиль.

Распространение экологических угроз в основном следствие волны выдачи разрешений на разведку полезных ископаемых в стране. Национальный парк Аканда, например, находится под угрозой строительства нового аэропорта Либревилья. Через территорию парка Понгара французская компания Maquereau et Prom, планирует провести газопровод.

Заманивание в страну иностранных инвесторов и мейджоров нефтяной промышленности, а также решение вновь присоединиться к ОПЕК, подталкивает власти Габона проводить политику отчуждения земель из охраняемых территорий, в частности национальных парков.

Для сохранения биологического разнообразия на территории национальных парков, непременным условием является эффективное управление ими. Габон нуждается в международной поддержке для сохранения своего природного наследия. Только для мониторинга и инвентаризация природных и культурных богатств, в национальных парках, необходимо 15 млн долл. в год. Габон готов предоставить лишь 2 млн долл.

Разработка внутристрановых мероприятий, в рамках стратегического плана развития страны (Зеленый Габон) по предотвра-

щению глобального изменения климата и сохранению биоразнообразия, даёт возможность привлечь крупные иностранные инвестиции.

Габон находится в авангарде стратегии SSA по сохранению природы и предотвращению климатических угроз. Глобальное потепление, ускоряющее процесс повышения уровня океана, ведущее к береговой эрозии уже наблюдается на побережье страны. Повышение температуры может вызвать засуху, от которой пострадают девственные леса.

Реализация программ защиты окружающей среды, через систему особо охраняемых районов, становится еще и частью геополитики. В частности, ООН призывает Экваториальную Гвинею и Габон разрешить спор о суверенитете над оккупированным Габоном островом Мбане и меньшими островами и установить морскую границу в богатом углеводородами заливе Кориско [7]. В 2021 г. Министерство иностранных дел Габона подтвердило, что Международный Суд возбудил дело. Такие столкновения интересов препятствуют созданию трансграничных экологических коридоров.

Стратегический план развития Габона до 2030 года [8], предусматривает ускорение экономического роста, за счет развития инновационных и диверсификации прежних отраслей экономики, обеспечения устойчивого управления природными ресурсами для целей будущих поколений.

Выводы

Республика Габон обладает значительными территориальными сочетаниями природных ресурсов. Несмотря на обилие природных богатств, страна чрезмерно зависит от экспорта нефти и импорта продовольственных товаров, что значительно сдерживает темпы её экономического развития. Долгое время экономика Габона опиралась на экспорт древесины и марганца. Ситуация изменилась коренным образом в 1970-е годы, после открытия шельфовой нефти.

В настоящее время, отмечается чрезмерная зависимость экономики от торговли нефтью (размеры экспортной квоты

достигают 80%), свидетельствует о высокой степени открытости экономики страны. Однако, страна слабо участвует в геологоразведочных работах и проектах освоения новых месторождений. Габон является ближайшим союзником Франции в Африке. Именно французским ТНК принадлежат крупнейшие производства нефти и урановых концентратов.

Развитие «зеленой» экономики «Зеленый Габон» является одним из основных международных обязательств страны, а сохранение окружающей среды и борьба с изменением климата – приоритетные направления развития страны на ближайшую перспективу.

Страна располагает 60% запасами оставшихся тропических лесов бассейна Конго: вторыми по величине на планете, после лесов Амазонки, способными связывать более 70 гигатонн углерода.

Программа развития национальных охраняемых районов должна обеспечить непрерывность усилий по сохранению экологической целостности страны, за счет международной финансовой поддержки. Габонская Республика стремительно интегрируется в процессы мировой экологической политики.

Система национальных парков отвечает не только интересам сохранения природных пространств и видового разнообразия, а также экономическим интересам страны. Это дает возможность развивать активно растущий сектор экономики во всем мире – экологический туризм.

Для качественного анализа экологического состояния административных единиц можно дать интегрированную оценку состояния природно-ресурсного потенциала страны, что позволит решать задачи эффективного использования земельных ресурсов и оздоровлению нарушенных участков [1].

Перед властями республики стоят задачи актуализации нормативно-правовой базы, в сфере экономического развития и сохранения уникального биоразнообразия, которое играет основополагающую роль в экологическом балансе планеты. В связи с этим правительство Габона планирует извлечь наибольшую выгоду путем представления преференций иностранным компаниям, зачастую в ущерб национальному бизнесу.

Библиографический список

1. Бондарь, Е.В. Сравнительный анализ эколого-хозяйственного состояния (баланса) территорий веляатов Республики Туркменистан / Е.В. Бондарь, В.В. Мовсесова // Наука. Инновации. Технологии, 2021. № 1. С. 149–160. DOI 10.37493/2308-4758.2021.1.10.
2. Наземные охраняемые природные территории [Электронный ресурс]. https://trendeconomy.ru/data/wdi/ECS/ER_LND_PTLD_ZS (дата обращения 5.12.2021)
3. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года. 70/1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. 44 с. [Электронный ресурс]. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_ru.pdf (Дата обращения: 19.01.2022).
4. BP Statistical Review 2020 workbook // BP Global. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013/statistical-review-downloads.html> (Дата обращения: 17.01.2022).
5. Ignoumba G.S., 1999. La politique maritime du Gabon à l'aube du troisième millénaire: l'indispensable ouverture sur la mer. Cahiers d'Outre-Mer, Bordeaux, vol. 52, No 208, p. 359-372. DOI: 10.3406/caoum.1999.3745
6. International monetary fund [Электронный ресурс]. <https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2019/12/23/Gabon-2019-Article-IV-Consultation-Fourth-and-Fifth-Reviews-under-the-Extended-Arrangement-48914> (Дата обращения: 17.01.2022)
7. Ndakissa, O.F.Ch. Participation of Gabon in the UN Activities in Climate Change / O.F.Ch. Ndakissa // Reports Scientific Society. 2016. No 2(13). P. 35-41.
8. Plan strategique Gabon emergent [Электронный ресурс]. file:///C:/Users/Admin/Downloads/Gabon_2015_SM%20A_PlanStrategieGabonEmergent.pdf (Дата обращения: 17.01.2022).
9. Plan stratégique pour le développement durable de la pêche et de l'aquaculture www.agriculture.gouv.ga/object.getObject.do?id=368 (Дата обращения 5.11.2021).
10. ПНУД, 2014. Rapport sur le développement humain. [Электронный ресурс]. <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-fr.pdf> (Дата обращения: 10.11.2021).

11. World Economic Outlook Database [Электронный ресурс]. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2021/October/> World Economic Outlook Database, October 2021. Report for Selected Countries and Subjects (англ.) International Monetary Fund (IMF) (11 октября 2021) (Дата обращения: 17.01.2022).

References

1. Bondar, E.V. Comparative analysis of the ecological and economic state (balance) of the territories of the velayats of the Republic of Turkmenistan / E.V. Bondar, V.V. Movsesova // Nauka. Innovation. Technologies, 2021, No. 1, p. 149–160. DOI 10.37493/2308-4758.2021.1.10.
2. Terrestrial protected natural territories [Electronic resource]. https://trendeconomy.ru/data/wdi/ECS/ER_LND_PTLD_ZS accessed 5.12.2021).
3. Resolution adopted by the UN General Assembly on September 25, 2015. 70/1. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. 44 p. [electronic resource]. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_ru.pdf (Accessed: 19.01.2022).
4. BP Statistical Review 2020 Workbook // BP Global. [Electronic resource]. URL: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013/statistical-review-downloads.html> (Accessed: 17.01.2022).
5. Igoumba G.S., 1999. Gabon's maritime policy in the interests of the Millennial Troika: the necessary infrastructure in the world. Cahiers d'Outre-Mer, Bordeaux, volume 52, No 208, p. 359–372. DOI: 10.3406/caoum.1999.3745
6. International Monetary Fund [Electronic resource]. <https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2019/12/23/Gabon-2019-Article-IV-Consultation-Fourth-and-Fifth-Reviews-under-the-Extended-Arrangement-48914> (Accessed: 17.01.2022).
7. Ndakissa, O.F.C. Gabon's participation in UN activities on climate change / O.F. C. Ndakissa // Reports of the Scientific Society. 2016. № 2(13). P. 35–41.
8. Strategic plan of Gabon at the stage of formation [Electronic resource]. file:///C:/Users/Admin/Downloads/gabon_2015_sm%20A_PlanStrategiqueGabonEmergent.pdf (Publication date: 17.01.2022).

9. Strategic plan for sustainable development of the economy and aquaculture [www.agriculture.gouv .ga/object.GetObject.do?id=368](http://www.agriculture.gouv.ga/object.GetObject.do?id=368) (Accessed 5.11.2021).
10. PNUD, 2014. Mutual understanding from the point of view of human development. [electronic resource]. <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-fr.pdf> (Accessed: 10.11.2021).
11. World Economic Outlook database [Electronic resource]. [https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2021/October / World Economic Outlook Database, October 2021. Report on individual countries and subjects \(Eng.\)](https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2021/October/World%20Economic%20Outlook%20Database,%20October%202021%20Report%20on%20individual%20countries%20and%20subjects%20(Eng.)) International Monetary Fund (IMF) (October 11, 2021) (Accessed: 17.01.2022).

Поступило в редакцию 24.12.2021,
принята к публикации 22.02.2022.

Об авторах

Бондарь Елена Васильевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия. Телефон: (928) 911-20-81.
E-mail: evbondar68@gmail.com

Жиренко Галина Николаевна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры социально-экономической географии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия.
Телефон: (905) 497-27-25. E-mail: gzhirenko@yandex.ru

Мовсесова Виктория Валерьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия. Телефон: (909) 767-33-58.
E-mail: viktoriya-movsesova@yandex.ru

Менге Алексис Аксель Мервин, магистр Esi Business School, Франция. Телефон: (+241) 07-86-46-49.
E-mail: mervinmengue@gmail.com

About the authors

- Bondar** Elena Vasilyevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Nature Management, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia. Phone: (928) 911-20-81.
E-mail: evbondar68@gmail.com
- Zhirenko** Galina Nikolaevna, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Socio-Economic Geography of the North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia.
Phone: (905) 497-27-25.
E-mail: gzhirenko@yandex.ru
- Movsesova** Victoria Valeryevna, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Nature Management, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia.
Phone: (909) 767-33-58.
E-mail: viktoriya-movsesova@yandex.ru
- Menge** Alexis Axel Mervin Master of Esi Business School. France.
Phone: (+241) 07-86-46-49.
E-mail: mervinmengue@gmail.com

УДК: 910

ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ ГЕОГРАФОВ

Соловьев И.А., Северо-Кавказский
Чихичин В.В., федеральный университет,
Овсянников Е.И., г. Ставрополь,
Зольникова Ю.Ф. Россия;
soloivan@mail.ru

**АРХАНГЕЛЬСКАЯ ГОРОДСКАЯ
АГЛОМЕРАЦИЯ:
МИНИ-ПОРТРЕТЫ НАСЕЛЕННЫХ
ПУНКТОВ
(на материалах путевых наблюдений)**

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.1.7

- Введение. В статье на основе путевых наблюдений, проведенных во время экспедиции по изучению демографического развития Архангельской городской агломерации, составлены общегеографические мини-портреты городов Архангельска, Северодвинска, Новодвинска и села Ломоносово.
- Материалы и методы. Ключевым методом исследования является визуальное наблюдение и опрос местного населения. В работе также использовались данные официальной статистики по количеству жителей населенных пунктов, входящих в состав Архангельской городской агломерации.
- Результаты и обсуждение. В статье дается описание некоторых черт географического положения, природы, населения, хозяйства, планировочной структуры населенных пунктов, характера их застройки, благоустройства городских пространств и др.
- Выводы. Создается ощущение депрессивности населенных пунктов Архангельской городской агломерации, которая выражена в большом количестве ветхого и аварийного жилья, не благоустроенности дворовых территорий и тротуаров. Исключение составляют витринные центральные части городов.
- Ключевые слова: экспедиция, путевые наблюдения, Архангельск, Северодвинск, Новодвинск, Ломоносово, Малые Корелы.

Soloviev I.A.,
Chikhichin V.V.,
Ovsyannikov E.I.,
Zolnikova J.F.

North Caucasian Federal University,
Stavropol,
Russia;
soloivan@mail.ru

Arkhangelsk Urban Agglomeration: Mini-Portraits of Settlements (By the Materials of Travel Observations)

Introduction.	In the article, on the basis of travel observations carried out during the expedition to study the demographic development of the Arkhangelsk urban agglomeration, general geographical mini-portraits of the cities of Arkhangelsk, Severodvinsk, Novodvinsk and the village of Lomonosovo were compiled.
Materials and methods.	The key research method is visual observation and a survey of the local population. The work also used official statistics on the number of residents of settlements that are part of the Arkhangelsk urban agglomeration.
Results and discussion.	The article describes some features of the geographical location, nature, population, economy, planning structure of settlements, the nature of their development, improvement of urban spaces, etc.
Conclusions.	There is a feeling of depressiveness in the settlements of the Arkhangelsk urban agglomeration, which is expressed in a large number of dilapidated and dilapidated housing, and the lack of amenities in courtyards and side-walks. The exception is the showcase central parts of cities.
Key words:	expedition, travel observations, Arkhangelsk, Severodvinsk, Novodvinsk, Lomonosovo, Malye Korely.

Введение

Городская агломерация – территориальное объединение без четких границ, функционирующее на основе экономических, транспортных, трудовых, рекреационных, социальных, семейных связей. В последние десять лет появляются разного рода документы, в которых официально обозначаются пределы влияния городов на близлежащие муниципалитеты. Например, границы Архангельской городской агломерации (далее – АГА) «застолблены» в нескольких документах стратегического и территориального планирования¹. Большой Архангельск, так в них и в прессе называют АГА, включает следующие муниципальные образования: городские округа Архангельск, Северодвинск и Новодвинск, Приморский муниципальный район. Это на бумаге. А что в реальной жизни? Чувствуется ли агломерационное взаимодействие между указанными единицами муниципального управления?

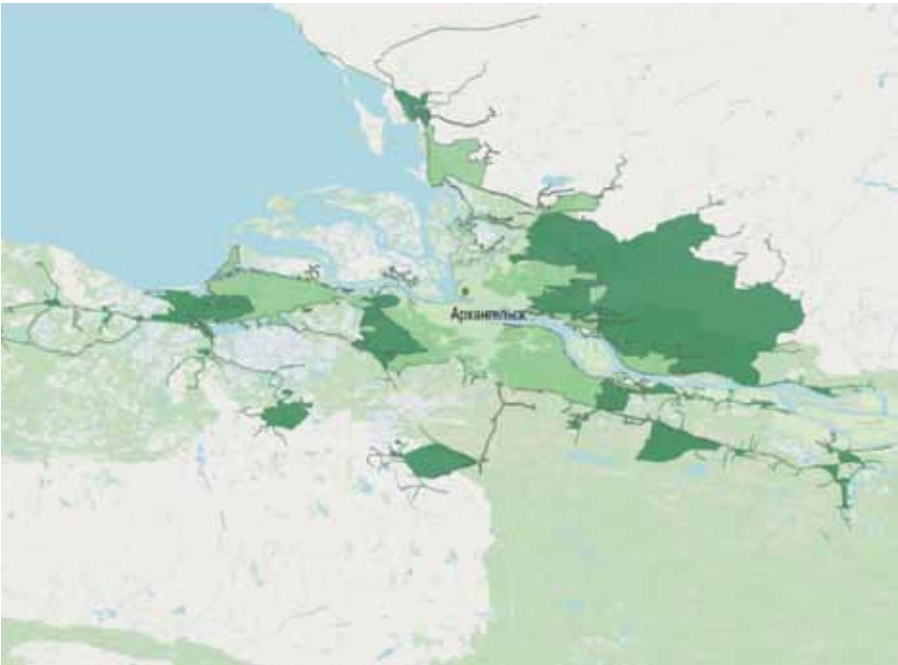
Попытаться ответить на эти вопросы можно разными способами: через анализ статистических показателей, путем проведения социологических опросов, с помощью контент-анализа СМИ и социальных сетей. Но один из верных и важных, особенно для географов, способов почувствовать территорию – это полевые (путевые) наблюдения, экспедиции. Благодаря гранту РФФИ у авторов данной статьи, ставропольских географов, появилась возможность поближе познакомиться с Архангельской городской агломерацией. Для большинства из нас (кроме В.В. Чихичина) эта относительно далекая территория (расстояние между Ставрополем и Архангельском 2 600 км.) открывалась впервые, что придало поездке дополнительные эмоциональность и ощущения.

Как и почему нами для научного путешествия выбрана именно эта агломерация, поясним в более соответствующем для этого разделе. А рамках введения нам осталось сообщить, что полевые исследования проведены в период с 17 по 21 октября 2021 года. Основной их целью было выявление особенностей демографических и миграционных процессов в агломерации. А описание их географического контекста, территориального фона мы решили сделать в данной экспедиционной статье.

Материалы и методы

Что экспедиционной команде нужно было сделать для и до поездки? Во-первых, и это самое главное, нужно было выбрать территорию для более пристального изучения. В рамках проекта РФФИ, руководит которым заведующий кафедрой социально-экономической географии СКФУ профессор В.С. Белозеров, изучаются городские агломерации Европейской части России. Проведена их типология по демографическим и миграционным параметрам [8], в ней выделена группа депопулирующих агломераций, среди

1 Стратегия социально-экономического развития муниципального образования «Город Архангельск» на период до 2020 года; Генеральный плане муниципального образования «Город Архангельск»; Паспорт регионального проекта «Программа комплексного развития объединенной дорожной сети Архангельской области, Архангельской агломерации».



Зона транспортной доступности

- 0,5-часовая изохрона
- 1,0-часовая изохрона
- 1,5-часовая изохрона

Рис. 1. Зоны транспортной доступности города-ядра Архангельской городской агломерации.
Fig. 1. Transport accessibility zones of the core city of the Arkhangelsk urban agglomeration.

которых одна из наиболее кризисных – Архангельская. Решающим фактором для ее окончательного выбора в качестве объекта экспедиции стало положение на Русском Севере. Для других научных путешествий были выбраны агломерации в Центральной России и на Юге нашей страны.

Во-вторых, нам нужно было определиться с границей АГА и с перечнем посещаемых населенных пунктов. В этом мы опирались на методику ИГАН, по которой границы агломерации определяются территорией в пределах 1,5-часовой транспортной доступности (рис. 1) [3; 4; 7]. В соответствии с ней в состав АГА входят Архангельск, Северодвинск, Новодвинск, все сельские населенные пункты Приморского района, большинство селений Холмогорского района, а также поселок Ломовое, входящий в состав Плесецкого городского округа. Мы в рамках экспедиции посетили три указанных города, ближайшие к Архангельску сельские поселения, село Ломоносово Холмогорского района. Детальное планирование маршрута осуществлялось с помощью сервиса «ЯндексКарта».

В-третьих, необходимо было разработать инструментарий исследований, который отвечал бы как основным задачам экспедиции, так и способствовал бы формированию личных впечатлений. В итоге проведены опросы населения и экспертов (местных ученых, управленцев, работников учреждений культуры), в камеральных условиях – проведен анализ статистики населения, документов стратегического и территориального планирования, СМИ и социальных сетей. Все это, дополненное визуальными наблюдениями, позволило сделать экспедиционные зарисовки. Важным для понимания транспортных связей внутри агломерации оказались перемещения на автомобиле, для чего нами была арендована «LADA Largus». Кстати, добираться до Архангельска мы решили на самолетах. Время в пути с пересадкой в Москве составило 11 часов.

В-четвертых, важно было определиться с формой представления экспедиционных впечатлений. В итоге были составлены мини-портреты посещенных населенных пунктов на основе классической схемы экономико-географической характеристики Н.Н. Баранского [2]. Немного адаптируя её к результатам наших наблюдений, мы описывали территории по следующему плану: 1) введение, в

том числе экономико-географическое положение; 2) природные условия; 3) историко-географический очерк; 4) население; 5) экономика; 6) внутренняя дифференциация и благоустройство.

Результаты и обсуждение

Архангельск – исторический центр на Русском Севере, некогда крупнейший порт России, упустивший свой шанс из-за появления Санкт-Петербурга, территория, связанная с именем Ломоносова. Именно с такими ассоциациями о пункте нашего путешествия мы довольно быстро, всего лишь за несколько часов, переместились с юго-запада России почти к полярному кругу. Кстати, Архангельск – самый большой город в мире, расположенный севернее 60-й параллели. Почти сопоставим с ним Якутск, Мурманск на полсотни жителей меньше, целая столица Рейкьявик меньше в 2,5 раза.

Прилетели мы в Архангельск уже в естественной темноте, поэтому сразу не почувствовали его мощи и не разглядели его главных природных маркеров. Утром же мы почувствовали суровое величие Северной Двины. Город расположен в начале ее дельты, за которой Двинская губа, Белое море и Северный Ледовитый океан. Белое море – одно из самых маленьких, омывающих Россию, неглубокое – средняя глубина – 67 м. Но его образ, связанный с суровостью климата, с тем, что оно с XV века имело большое историческое значение для отечественной торговой навигации², гораздо ёмче физико-географических границ и глубин. В связи с этим современному во многом кризисному Архангельску тяжело соответствовать собственному историко-культурному образу. Хотя в порт заходит не только речной транспорт, но и морские суда, бросается в глаза безжизненное здание морского и речного вокзала, которое выполняет в настоящее время торгово-выставочные функции. Кстати, оно изображено на 500-рублевой купюре.

Город расположен на островах, что придает ему уникальный планировочный рисунок и, безусловно, накладывает свой отпеча-

2 В 1492 году в Данию отправился торговый флот, гружённый зерном и имеющий на борту послов Ивана III, обозначая появление первого русского международного морского порта. Кстати, в этот год Христофор Колумб открыл Америку.

ток на транспортное сообщение между районами. Несмотря на островное размещение в Архангельске имеется только три моста, которые обеспечивают взаимодействие между районами – Кузнечевский, Северодвинский и Краснофлотский (довольно протяженный, построенный относительно недавно). По Северодвинскому мосту проложена также железнодорожная магистраль, а он сам имеет интересную инженерную особенность – подниматься вверх для обеспечения удобного судоходства и прохода габаритных судов по Северной Двине. Большое значение для жителей удаленных городских территорий имеет речной транспорт, осуществляющий регулярные теплоходные сообщения с центром. В зимний период через реку обустраиваются ледовые переправы, которыми ежедневно пользуются сотни горожан.

Климат в Архангельске довольно суров. Нам, южным жителям, 21 октября удалось увидеть первый снег. А прогулка по городской набережной сопровождалась пронизывающим ветром и проливным холодным дождем. Во время пятидневного нашего пребывания только один день был относительно ясным и спокойным. Световое время суток здесь в осенне-зимний период значительно меньше, чем на Юге России. Все это негативно влияет на психологическое состояние жителей, что сказывается на их миграционных настроениях не в пользу Архангельска. В таких природно-климатических условиях даже витринные территории города малолюдны. Сравнительно небольшой комфортный с точки зрения климата промежуток времени является серьезной проблемой для развития большого туристского потенциала.

Архангельск достаточно зеленый. Основные деревья и кустарники – лиственница, ель, береза и рябина. Однако садово-парковые зоны, даже в центре города плохо обустроены.

Основные вехи исторического развития города, на наш взгляд, определили его современное социально-экономическое состояние. Архангельск, занимая довольно выгодное географическое положение, большую часть своего существования являлся крупным торговым и промышленным центром. Но этот потенциал по крайней мере два раза серьезно ограничивался. В эпоху Петра I развитие города было остановлено политическим решением императора по созда-

нию нового «окна в Европу». В постсоветское время Архангельск, как и многие города, в том числе региональные столицы, оказался в экономическом кризисе. Но в силу природно-климатических условий он пока не смог его достойно преодолеть. К слову сказать, в настоящее время Архангельск не воспринимается локомотивом собственной агломерации. Эти функции выполняет Северодвинск, который сильнее притягивает трудовые ресурсы, как с близлежащих территорий, так и со всей области.

Прогулки по центру города позволяют считать в его ландшафте разные исторические периоды. Хорошо сохранились фрагменты Гостиного двора, торгового и оборонительного сооружения, построенного в 1668–1684 гг. На пешеходной улице Чумбарова-Лучинского (Чумбаровка) воссоздан облик деревянного Архангельска с типами домов до начала XX века. Здесь расположились скульптуры писателей и персонажи их произведений. На Чумбаровке находятся музеи, культурные центры, другие достопримечательности. Центральная площадь города – это типично советская архитектура с доминантным открыточным 24-этажным зданием проектных организаций. Здесь же, в центре «красуются» элитные новостройки, которые чаще всего являются свидетельством неумелого и даже кошунственного использования исторического архитектурного наследия.

Из-за широких улиц с преимущественно многоэтажной застройкой Архангельск производит впечатление крупного города. В конце советского времени численность его населения «перевалила» за 400 тыс. Сегодня здесь проживает 345 тыс. чел. [1; 6]. Как уже было сказано, неблагоприятные природно-климатические условия наряду с социально-экономическим кризисом являются весомой причиной миграционного оттока населения. Демографическую ситуацию характеризует серьезная естественная убыль, что в общем-то типично для большинства российских регионов. Но здесь, на севере, она особенно отражается в статистике. В какой-то степени это обусловлено моноэтническим составом горожан. По данным Всероссийском переписи населения, русские составляют здесь 94% населения [5]. Но нам в городе удалось пообщаться не только с русскими. Решив поужинать на набережной в кафе «Казацкая слобода», мы были гостеприимно обслужены предприимчивыми азер-

байджанцами и поели кавказских блюд вместо ожидаемых из-за названия казачьих.

Несмотря на упоминаемый несколько раз социально-экономический кризис, Архангельск по-прежнему является самым крупным промышленным, транспортным, образовательным, культурным центром области. И этот статус город, конечно же, не потеряет. Здесь работают предприятия лесопереработки, пищевой промышленности. Таксист, провозя нас по одной из промышленных улиц, с удовлетворением указал на многокилометровый высокий забор, из-за которого выглядывают вершины пирамид из бревен и досок: «Заготовка древесины и области возрождается» – отметил он. Брендowymi товарами являются косметика и продукты из водорослей, кондитерские изделия из местных ягод и ликероводочная продукция. Имеются аэропорт, железнодорожный вокзал.

Центр Архангельска хорошо благоустроен, особенно наиболее востребованные территории (набережная, площади, пешеходная улица). Набережная является центром притяжения и местом отдыха горожан, особенно в летний период. Она имеет значительную протяженность, покрыта хорошим новым асфальтом. Здесь установлено много интересных скульптурных и арт-объектов. На набережной также располагаются кафе и рестораны, что называется «на любой вкус и кошелек». Это в сочетании с богатым культурным наследием делает город привлекательным для туристов. В Архангельске функционирует областной туристско-информационный центр. О его существовании мы узнали из хорошо оформленных рекламных буклетов, которые предлагались в гостинице. Наиболее брендовый тур называется «Архангельск: здесь начинается Арктика». Один из буклетов – «События Архангельской области» – освещает мероприятия событийного туризма по месяцам с краткой характеристикой, содержит QR-коды с информацией об особенностях их проведения³. В городе организовываются выставки и фестивали: международный фестиваль уличных театров, фестиваль молодых исполнителей Forever Young Classic, «Международные дни джаза» и др.

3 <https://www.pomorland.travel/event-calendar/>

Архангельск, в том числе из-за своего положения в дельте Северной Двины, состоит из множества островных районов с красивыми названиями – Бревенник, Кегостров, Соломбала, Хабарка, Заостровье и прочие.

Несмотря на убыль населения в городе ведется точечная и микрорайонная застройка. Много кварталов из двухэтажных многоквартирных деревянных домов, которые со временем из-за недостаточного ухода ветшают и начинают разрушаться. Это – серьезная проблема для Архангельска, который является одним из лидеров в России по доле аварийного жилья. Небезопасную для жизни ветхость таких квартир дополняет проблема нехватки благоустроенных территорий. Обращает на себя внимание не ухоженность придомовых территорий – дворов и подъездов, причем это характерно не только для малоэтажных кварталов, но для новостроек. Везде высокий бурьян, кустарники, разный хлам и неприглядные хозяйственные постройки. Для нас, южан, привыкших к более комфортной городской среде, созданной в том числе и силами самих жителей, было большим разочарованием наблюдать газоны, заросшие высокой травой, разбитые тротуары и внутриквартальные дороги. Даже покрытие асфальтом, они зачастую неровные, с большими ямами и буграми.

В городе ощущаются экологические проблемы. Нередко можно почувствовать запах сгоревшего биоматериала (щепа – древесные отходы ЦБК), используемого местными котельными и атмосферных выбросов, приносимых ветром со стороны Архангельского целлюлозно-бумажного комбината, расположенного в Новодвинске.

Пригородные территории (Заостровье, Малые Карелы, Уемский), расположенные в непосредственной близости к Архангельску, нас приятно удивили развитостью и ухоженностью. Это во многом обусловлено тем, что многие архангелогородцы в целях дачной рекреации приобрели или построили дома в пригородных селах. Часть жителей регионального центра имеют дачи даже за 100 километров от города, например, в Холмогорском районе.

В Малых Карелах работает интересный музей деревянного зодчества Русского Севера, впечатляющий своими размерами. Он расположен на живописной холмистой территории среди елово-березового леса. Отсюда открывается прекрасный вид на долину Се-

верной Двины. Немного портят впечатление от увиденной картинки дымящиеся трубы Архангельского ЦБК. Музей состоит из Каргопольско-Онежского, Двинского, Мезенского и Пинежского секторов. Здесь представлены лучшие архитектурные образцы церквей, часовен, домов и мельниц. В экспозициях много хозяйственных построек – бань, амбаров и колодцев. Внутри помещений большое количество выставок, в которых представлены предметы мебели, хозяйственная утварь, одежда и др. Здесь работают профессиональные и приветливые экскурсоводы, которые с удовольствием помогли нам провести социологический опрос. К слову сказать, жители Большого Архангельска – этой северной и суровой в климатическом плане территории – в целом оказались доброжелательными, неунывающими и готовыми прийти на помощь.

Северодвинск – локомотив агломерации, это в разговоре отмечали и местные жители, и архангелогородцы. Особенностью Северодвинска является расположение на извилистом берегу Белого моря и частично в дельте реки Северная Двина. В связи с этим в черте города несколько заливов, много рек, проток, озер и островов. На берегах большого Никольского устья Северной Двины расположены заводы Севмаш и «Звездочка». Севмаш является флагманом индустрии города и всей агломерации, его доки загружены оборонными госзаказами на ближайшие годы.

В образе Северодвинска можно почувствовать своеобразную «аскетичность», которая связана с тем, что город долгое время был закрытым. Несмотря на то, что он уже тридцать лет открыт, образ жизни горожан от этого поменялся мало. По-прежнему работают предприятия военно-промышленного комплекса, а средние профессиональные учебные заведения, военные училища и университет готовят кадры преимущественно для данных предприятий. Северодвинск пытается, хотя не очень явно, затушевать ассоциации, связанные с ЗАТО и ВПК. Например, здесь выявляется и медленно реализуется туристский потенциал. Город включён в брендовый маршрут «Архангельск: здесь начинается Арктика».

О скудности местной флоры свидетельствует тот факт, что в центральном сквере высаживают шиповник, чего не встретишь в более южных районах России, где предпочтение отдается розам и другим

декоративными кустарниками. В Приморском парке растут чахлые деревья, угнетённые холодными ветрами, дующими из Белого моря. В удаленных от берега скверах и дворах произрастают более крупные березы, лиственницы, ель и тополя, последние встретить здесь мы не ожидали. Несмотря на суровость климата (у Вечного огня от холода грелись голуби), летом море может быть сравнительно комфортным для купания. На острове Ягры есть песчаный пляж, куда приезжают отдыхать не только местные жители, но и архангелогородцы.

Так как Северодвинск основан и формировался в советское время, его отличает правильная, прямоугольная планировка широких улиц. Застройка его центральной части не превышает 5–6 этажей, а деревянные бараки, как правило, являются двухэтажными. По окраинам города встречаются более высокие типовые советские здания. Изредка представлена современная частная малоэтажная застройка. В начале 1990-х гг. в Северодвинске насчитывалось четверть миллиона жителей, а сейчас его людность снизилась до 181 тыс. чел. [6].

В Северодвинске имеется несколько благоустроенных пространств. Это набережная Александр Зрячева, приморский парк, центральная площадь и прилегающий к ней сквер Ветеранов. С набережной и пляжа отрывается красивый вид на Белое море.

Для Северодвинска не менее актуальной является проблема ветхого жилья и благоустройства дворовых территорий. Но здесь мы, в отличие от Архангельска, встречали и добротные деревянные дома, отреставрированные с внешней отделки сайдингом.

Новодвинск – город-спутник Архангельска, появившийся благодаря строительству целлюлозно-бумажного комбината [3]. Это крупное предприятие входит в состав европейского (австрийского) холдинга «Pulp Mill Holding GmbH». Деятельность ЦБК, который является своеобразной доминантой города, оказывает негативное влияние на местную эколого-географическую среду. Непривычными для нас были «киоски», в которых можно купить питьевую воду, добытую из артезианских скважин, что является свидетельством непригодности речной воды для питьевых нужд.

В центральной части Новодвинска преобладает малоэтажная застройка (2–3 этажа), что естественно для малого города (37 тыс. чел.) [6].

Новодвинск, как и более крупный Северодвинск, является моногородом, который начиная с 1990-х гг. теряет население. Связано это во многом с низким уровнем жизни – с невысоким уровнем заработной платы, суровыми климатическими условиями, неблагоприятной экологической обстановкой, высокой заболеваемостью и отсутствием возможностей для проведения полноценного досуга.

В условиях недостатка солнечного света в осенне-зимний период современные здания раскашивают яркими цветами. На окраинах встречается одноэтажная частная застройка. Главной относительно благоустроенной зоной отдыха местных жителей является городской парк, который расположен на крутом берегу протоки Северной Двины – Мечки-Полой. С его смотровых площадок открываются живописные виды на долину реки. Новодвинску однозначно не хватает территорий для отдыха и проведения досуга горожан. Центральная аллея по улице 50-летия Октября выглядит довольно привлекательной, но не может реализовать рекреационные потребности жителей.

Ломоносово – настоящее место рождения М.В. Ломоносова, а не Холмогоры, как мы привыкли думать. Из Архангельска сюда (через Холмогоры) можно добраться по двум дорогам. Первая из них, более качественная, т. к. является федеральной и связывает область с Москвой. Она проложена в безлюдной зоне исключительно среди таежных лесов, в которых имеются небольшие березовые участки. Другая дорога ведет в Холмогоры вдоль берега Северной Двины, на котором тянутся друг за другом множество деревень. Обе трассы холмистые, что придает им живописный вид.

Райцентр Холмогоры и село Ломоносово расположены на противоположных берегах одного из рукавов Северной Двины. В летний период через реку ходит паром (4 рейса в день), а в зимний – для сообщения используется ледовая переправа. По словам местных жителей, в холодные зимы по зимнику можно кратчайшим путем проезжать или проходить на другой берег, а в теплые зимы дорога удлиняется, т.к. приходится петлять между полыньями.

Ломоносово является важным туристическим центром Архангельской области. Это небольшое село, в 2012 г. здесь насчитывалось 214 чел. [4]. Оно состоит из одной вытянутой на несколько километров улицы.

Поселение знаменито тем, что здесь родился и провел детство знаменитый ученый и литератор Михаил Ломоносов, а также народным косторезным промыслом и поморской культурой. Здесь работает историко-мемориальный музей М.В. Ломоносова с богатыми фондами (этнография поморов, коллекция изделий из кости, генеалогия Ломоносова и др.), имеется памятник знаменитому земляку. Функционирует косторезное училище (с двухлетним обучением) – единственное в России, где готовят мастеров редкого холмогорского народного промысла – художественной резьбе по кости, которая известна с XVII в. Косторезные украшения и в настоящее время пользуются популярностью. Посещение нами косторезной фабрики оставило незабываемые впечатления, т.к. мы узнали подробности об уникальном народном промысле, на мастер-классе сами попробовали изготовить небольшое изделие. Украшения производят преимущественно из костей крупного рогатого скота и мамонта. Поделки из последнего в разы дороже.

Ломоносово привлекает туристов красивыми ухоженными одноэтажными деревянными домами и дореволюционной большой Дмитриевской церковью. Ещё одной достопримечательностью местности является старинная мельница, но она расположена в 5 километрах от села.

Основой экономики местных жителей помимо занятости в сфере услуг и косторезном промысле, являются личные подсобные хозяйства. Лет десять назад существовало сельхозпредприятие, но оно обанкротилось. Здесь до сих пор разводят уникальную холмогорскую породу коров. Почти в каждом дворе встречаются плодовые деревья и теплицы, в которых можно выращивать различные овощи. В открытом грунте культивируют картофель.

В Ломоносово отсутствуют средства размещения для туристов. Но традиционный тип ведения хозяйства местных жителей может способствовать развитию в населенном пункте сельского туризма. Жизнь в деревне является необычной и экзотичной для городского жителя. Когда горожанин приезжает не просто отдохнуть, а заселяется в сельский дом и погружается в быт сельской местности, то он по-другому воспринимает жизнь в таких условиях. Сельский туризм может способствовать развитию населенного пункта, сохранению народных промыслов и поморской культуры.

Выводы

Благодаря экспедиции нам удалось почувствовать ощутимую силу агломерационного взаимодействия между основными населенными пунктами Большого Архангельска. Несмотря на общее ощущение депрессивности их социально-экономического развития, величие природы и культурного наследия оставляют приятные впечатления. Чего только стоит музей деревянного зодчества в Малых Карелах! Отличные музеи созданы в селе Ломоносово, поселке Уемском (народных промыслов и ремесел Приморья) и Заостровье, в которых работают преданные своему делу профессионалы. Туристический потенциал этой территории огромен, его еще только предстоит по-настоящему реализовать. Туристов на территорию Архангельской агломерации привлекает русская деревянная северная архитектура, знакомство с поморской культурой, местными ремеслами и народными промыслами. Серьезной помехой развития территории являются экологические проблемы, значительное число ветхого жилья и слабое благоустройство придомовых территорий.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00386 А.

Библиографический список

1. Архангельск [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wiki-pedia.org/wiki/Архангельск> (дата обращения: 27.12.2021).
2. Баранский Н.Н. Очерки по школьной методике экономической географии. М.: Учпедгиз, 1954. 320 с.
3. Игловская Н.С. Особенности динамики воспроизводственных процессов Архангельской городской агломерации // Вестник поморского университета. Серия: естественные науки, 2009. №3. С. 36–41.
4. Игловская Н.С. Проблемы выделения границ и оценки экономико-географического положения Архангельской агломерации // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки, 2014. №1. С. 5–12.
5. История Архангельского ЦБК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arpm.ru/about/#history> (дата обращения: 27.12.2021).
6. Ломоносово (Архангельская область) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ломоносово_\(Архангельская_область\)#Население](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ломоносово_(Архангельская_область)#Население) (дата обращения: 27.12.2021).

7. Основные итоги Всероссийской переписи населения 2010 года // arhangelskstat.gks.ru.
8. Оценка численности населения муниципальных образований Архангельской области на 1 января 2021 года [Электронный ресурс]. URL: https://arhangelskstat.gks.ru/main_indicators (дата обращения: 28.12.2021).
9. Полян П.М. Методика выделения и анализа опорного каркаса расселения. Ч. 1. М.: ИГАН СССР, 1988. 220 с.
10. Щитова Н.А., Белозеров В.С., Соловьев И.А. Концепция исследования демографического развития городских агломераций (на примере агломераций Европейской России) // Наука. Инновации. Технологии. 2020. № 4. С. 125–136.

References

1. Arkhangelsk [Electronic resource]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arkhangelsk> (date of access: 12.27.2021). (In Russ.).
2. Baransky N.N. Essays on the school methodology of economic geography. Moscow: Uchpedgiz, 1954. 320 p. (In Russ.).
3. Iglovskaya N.S. Features of the dynamics of reproduction processes in the Arkhangelsk urban agglomeration. Bulletin of the Pomor University. Series: natural sciences, 2009, no. 3, pp. 36–41. (In Russ.).
4. Iglovskaya N.S. Problems of defining boundaries and assessing the economic and geographical position of the Arkhangelsk agglomeration. Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Natural Sciences, 2014, no. 1, pp. 5–12. (In Russ.).
5. History of the Arkhangelsk Pulp and Paper Mill [Electronic resource]. URL: <https://www.appm.ru/about/#history> (Accessed 12.27.2021). (In Russ.).
6. Lomonosovo (Arkhangelsk region) [Electronic resource]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Lomonosovo_\(Arkhangelsk_region\)#Population](https://ru.wikipedia.org/wiki/Lomonosovo_(Arkhangelsk_region)#Population) (Accessed 12.27.2021). (In Russ.).
7. Main results of the 2010 All-Russian population census // arhangelskstat.gks.ru
8. Estimation of the population of municipalities of the Arkhangelsk region as of January 1, 2021 [Electronic resource]. URL: https://arhangelskstat.gks.ru/main_indicators (Accessed 12.28.2021). (In Russ.).
9. Polyan P.M. Methods for isolating and analyzing the supporting frame of settlement. Part 1. M.: IGAN SSSR, 1988. 220 p. (In Russ.).
10. Shchitova N.A., Belozеров V.S., Soloviev I.A. The concept of the study of the demographic development of urban agglomerations (on the example of the agglomerations of European Russia). Nauka. Innovation. Technologies, 2020, no. 4, P. 125–136 (In Russ.).

Поступило в редакцию 11.01.2022, принята к публикации 16.02.2022.

Сведения об авторах

- Соловьев** Иван Алексеевич, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры социально-экономической географии Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: soloivan@mail.ru
- Чихичин** Василий Васильевич, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры социально-экономической географии Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: wawachi@yandex.ru
- Овсянников** Евгений Игоревич, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры социально-экономической географии Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: geni_ovsyannikov@mail.ru
- Зольникова** Юлия Федоровна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры социально-экономической географии Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: zolnst@mail.ru

About the authors

- Soloviev** Ivan Alekseevich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Socio-Economic Geography, North Caucasian Federal University. E-mail: soloivan@mail.ru
- Chikhichin** Vasily Vasilievich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Socio-Economic Geography, North Caucasian Federal University. E-mail: wawachi@yandex.ru
- Ovsyannikov** Evgeniy Igorevich, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Socio-Economic Geography, North Caucasian Federal University. E-mail: geni_ovsyannikov@mail.ru
- Zolnikova** Julia Fedorovna, Candidate of Geography, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Socio-Economic Geography, North Caucasian Federal University. E-mail: zolnst@mail.ru



НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета



Издательство Северо-Кавказского федерального
университета. г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

Корректор – М.И. Толмачев.
Компьютерная версия – О.Г. Полевич.

Подписано в печать 25.03.2022 г. Выход в свет 30.03.2022 г.
Формат 70 × 108 1/16. Гарнитура Times New Roman. Бумага
офсетная. Усл. печ. л. 12,6. Тираж 1000 экз. Цена 534 руб.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».
355029, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2.